Elektronica en Telecommunicatie 8

Gemeenschappelijke publikatie van de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het K.I.v.I. en het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap.

Redactie-adres: Prinsessegracht 23, Den Haag.

Redactiecommissie:

Ir. K. Vredenbregt (voorzitter), ir. J. Dijk, prof. dr. ir. H. J. Frankena, ir. E. Goldbohm, ir. O. B. Ph. Rikkert de Koe, ir. M. Steffelaar (leden)

De programmatuur van moderne telefoonstelsels

Op 11 oktober 1966 werd in een gemeenschappelijke vergadering van het Genootschap van Ingenieurs der PTT en de Sectie voor Telecommunicatietechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs een viertal voordrachten gehouden over de mogelijkheden van elektronische telefooncentrales en enige nieuwe voorzieningen, die bij dergelijke centrales nodig zijn. De tekst van deze voordrachten werd in 1967 in 'De Ingenieur' afgedrukt *).

Een volgende serie lezingen, op 12 april 1967 voor hetzelfde forum gehouden, was gewijd aan de ontwikkelingen op dit gebied bij de industrie **).

Sinds de eerstgenoemde serie voordrachten werd het onderzoek aan programmagestuurde telefooncentrales uitgebreid voortgezet. De vier hiervolgende artikelen van de hand van PTT-functionarissen geven de neerslag van een aantal studies over de problematiek van de programmatuur van telefoonstelsels, een materie die ook in de buitenlandse vakpers veel aandacht krijgt.

Ik hoop, dat deze artikelen interesse zullen wekken bij vakgenoten die in wijdere kring in ons land bij deze materie en aanverwante problematiek zijn betrokken.

Ir. J. A. Meulemans.

621.395.35

I. Algemene beschouwing over de toepassing van programmatuur in besturingssystemen

door ir. A. Boesveld, Dr. Neher-Laboratorium der PTT, Leidschendam



Synopsis: *General considerations regarding the use of software in control systems.*
After general considerations on choosing between a software and a hardware solution for a control problem, the programme structure of a control system is more closely examined. Some requirements regarding the use in switching systems are formulated, and finally some lines, along which further studies might be made, are drawn towards the future.

1. Inleiding

Voor het verrichten van besturingsfuncties in min of meer gecompliceerde technische systemen wordt in de laatste jaren steeds vaker een besturingscomputer gekozen. In een dergelijke computer, ook wel aangeduid als 'processor' of 'stuurtuig', worden de besturingsroutines vastgelegd in de vorm van programma's, welke de functies van de eertijds in de vorm van logica-schakelingen gebouwde besturingsapparaten overnemen.

Een op programmatuur gebaseerde oplossing van een besturingsvraagstuk heeft de volgende voordelen:
- geringere kostprijs;
- ontwerp en produktie verlopen sneller;
- grotere flexibiliteit.

*) Zie: 'De Ingenieur', 1967, nr. 34 en 36, blz. E 131 ... E 144.
**) Zie: 'De Ingenieur', 1968, nr. 33 en 38, blz. ET 105 ... ET 146.

1.1. *De geringere kostprijs*

Bij een stuurtuig wordt een groot deel van de toegepaste logica-basisschakelingen, in de tijd verdeeld, voor verschillende bewerkingen binnen hetzelfde besturingsproces gebruikt. Daarbij wordt de informatie telkens vastgelegd in een relatief groot geheugen, dat zeer systematisch uit uniforme onderdelen is opgebouwd. De prijs van een dergelijk in de handel verkrijgbaar stuurtuig, opgebouwd uit standaardschakelingen, zal in veel gevallen lager zijn dan de kosten van een speciaal ontwikkeld besturingsapparaat, dat zonder in een geheugen opgeslagen programma's werkt. Om dit toe te lichten is in tabel 1 een globale kostenanalyse van vergelijkbare besturingssystemen gegeven, in programmatuuruitvoering (A) en als apparaat (B).

Tabel 1. Globale kostenanalyse van besturingssystemen.

	(A) Programmatuur en stuurtuig		(B) Speciale besturings-apparatuur	
Vaste kosten	Programmering:	K_P	Schema-ontwikkeling:	K_O
			Produktie-voorbereiding:	K_V
Variabele kosten	Basis-stuurtuig:	K_B	Standaard-bouwstenen:	K_C
	Geheugen:	K_G	Speciale constructies:	

In eerste benadering wordt aangenomen dat de kosten van de programmering K_P en van de schema-ontwikkeling K_O even groot zijn. Verder wordt verondersteld dat het benodigde aantal geheugenwoorden bij de programmatuuroplossing ongeveer gelijk is aan het aantal standaardbouwstenen ('integrated circuits') bij een vergelijkbare apparatuuroplossing. We kunnen dan de kosten K_G van het geheugen van het stuurtuig vergelijken met de kosten K_C, benodigd voor componenten en voor de constructie van speciale besturingsapparatuur. Wanneer men stelt, dat $K_G = \alpha K_C$, blijkt bij de huidige stand van de techniek α wat kleiner dan 1 te zijn.

Om de kosten van een willekeurig besturingssysteem in een formule te kunnen uitdrukken, voeren we de factor S in, die aangeeft hoeveel maal dit willekeurige systeem samengestelder is dan het overeenkomstige in tabel 1 beschouwde besturingssysteem. We kunnen S evenredig veronderstellen met het aantal benodigde geheugenwoorden, resp. bouwstenen. We nemen verder als globale benadering aan dat alle in tabel 1 genoemde kostenfactoren evenredig zijn met S, met uitzondering van de kosten voor het basis-stuurtuig. Deze kunnen we constant veronderstellen, zolang de verwerkingscapaciteit voldoende groot blijft.

Bij een serie van N stuks worden dan de samengestelde kosten per exemplaar in de programmatuuruitvoering A:

$$K_{\text{progr.}} = K_B + \left(K_G + \frac{K_P}{N}\right) \cdot S$$

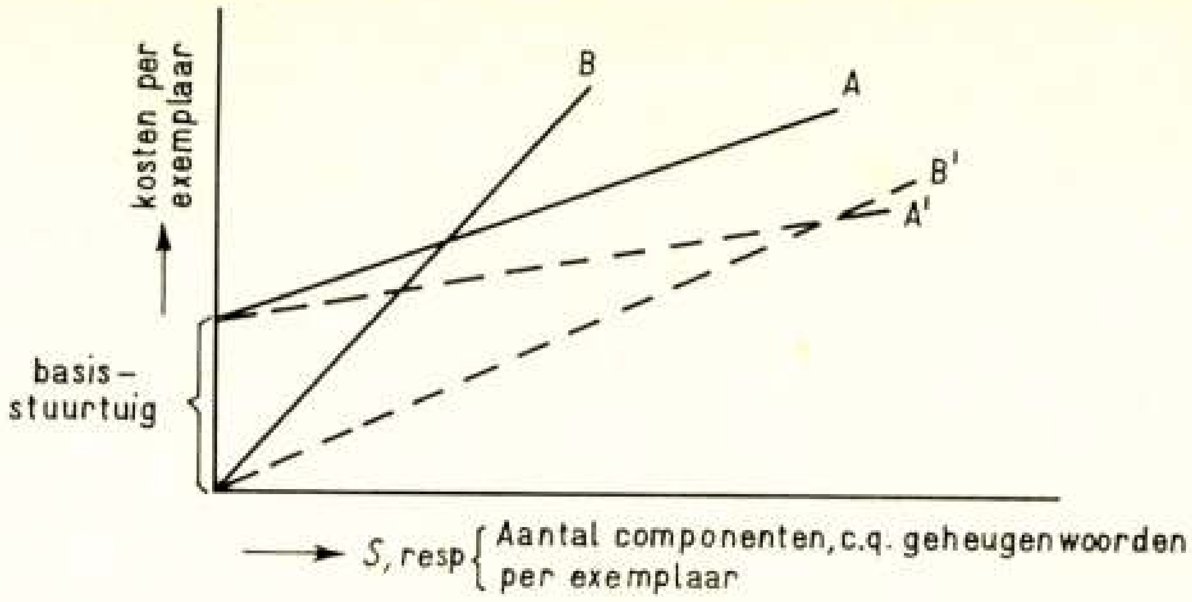


Fig. 1. Produktiekosten van een besturingssysteem, per exemplaar en per serie, in afhankelijkheid van de omvang van één exemplaar. A en A' = programmatuuruitvoering; B en B' = apparatuuruitvoering. De getrokken lijnen gelden voor één exemplaar; de onderbroken lijnen voor de produktie van een grote serie.

Voor de apparatuuruitvoering B kan men deze kosten stellen op:

$$K_{\text{app.}} = \left(K_C + \frac{K_V}{N} + \frac{K_O}{N}\right) \cdot S$$

In fig. 1 zijn de kosten voor de uitvoeringen A en B onderling vergeleken. Afhankelijk van de grootte van het besturingssysteem zal de voorkeur worden gegeven aan de apparatuur- dan wel aan de programmatuuroplossing.

Ook bij een op programmatuur gebaseerde uitvoering van een besturingssysteem zijn altijd speciale aanpasschakelingen tussen het stuurtuig en het bestuurde systeem nodig. In de kostenvergelijking zullen we ons daarom beperken tot de eigenlijke programmatuurdelen en de vergelijkbare apparatuur.

Boven een bepaalde afmeting van het besturingssysteem zal men, enigszins afhankelijk van de seriegrootte, kiezen voor een programmatuuroplossing. Bij de veronderstelling, dat $K_P \approx K_O$ voert een beschouwing van tabel 1 tot de conclusie, dat altijd de programmatuuroplossing gekozen moet worden als de kosten van het basis-stuurtuig en het geheugen in uitvoering A samen niet meer bedragen dan de anders benodigde speciaal gemaakte besturingsapparatuur. Bij een kleine serie zal zelfs al eerder een programmatuuroplossing gekozen kunnen worden.

1.2. *Sneller verlopen van ontwerp en produktie*

Een tweede belangrijk argument voor de keuze van een geprogrammeerd stuurtuig is het sneller verlopen van ontwerp en produktie. Het schrijven van programma's, inclusief het foutvrij maken, gaat dikwijls aanzienlijk sneller dan het ontwerpen van logicaschakelingen, het ontwerpen van gedrukte bedrading en de rekbedrading, de produktie daarvan en tenslotte het testen en foutvrij maken van de apparatuur. Het gevolg is dan ook dat op basis van programmatuur ontwikkelde besturingssystemen meestal sneller voor toepassing gereed zijn.

1.3. *Flexibiliteit*

Als groot voordeel van een geprogrammeerd stuurtuig wordt veelal ook de grotere flexibiliteit genoemd. Het is bij programmatuur gemakkelijker om aan gewijzigde eisen aan te passen dan bij eenmaal vervaardigde apparatuur. Men dient echter ook te bedenken dat het voortijdig vervangen van programmatuur in bestaande systemen qua kosten kan worden vergeleken met het voortijdig buiten dienst stellen van apparatuur, waarvan de

kostprijs *ook* steeds meer door de ontwikkelkosten wordt bepaald.

Voor grote series en/of bijzondere toepassingen kan de ontwikkeling van een *speciaal* stuurtuig, dat beter op de specifieke besturingsproblemen is gericht dan de handelsuitvoering van de standaardprocessoren, wel zinvol zijn. Vaak zullen deze speciale machines dan uitgerust worden met een instructiepakket, waarin de vaak voorkomende bewerkingen op de informatie zijn samengevat. Ook zal de apparatuuruitvoering van een dergelijk stuurtuig aangepast kunnen zijn aan de specifieke eisen die door het te besturen proces worden gesteld.

Toepassing van geprogrammeerde stuurtuigen vinden we op het ogenblik binnen PTT al bij ontwikkelingen en studies op verschillende gebieden, zoals:
- postmechanisatie: sortering, postzakkentransport;
- besturing van geldautomaten;
- verkeerslichtenbesturing;
- automatische meet- en onderhoudsapparatuur voor telefonie.

Het ligt in de verwachting dat in de toekomst het gebied van toepassingen zich zal uitbreiden.

2. Programmastructuur van besturingssystemen

Op het ogenblik is de opzet van de programmastructuur van besturingssystemen, afhankelijk van het toepassingsgebied en de fabrikant, zeer verschillend. Enerzijds heeft men de wat conservatiever oplossingen, waarbij de eigenlijke besturingsfuncties nog zoveel mogelijk in 'hardware' worden uitgevoerd en waarbij de programmatuur beperkt wordt tot de delen die voor de opslag van data dienen (bijv. tellerstanden in de telefonie) en voor functies die waarschijnlijk wel aan wijzigingen onderhevig zijn (bijv. nummeranalyse uit de telefonie).

Anderzijds zijn er ook oplossingen waarbij men zo véél mogelijk functies in een geprogrammeerd stuurtuig legt, soms ook die welke nauwelijks informatieverwerking met zich meebrengen, maar die wel veel tijd van het stuurtuig in beslag nemen (bijv. het aftasten van abonneestroomlopen in telefooncentrales).

Omdat in een stuurtuig slechts één besturingsfunctie tegelijk kan worden uitgevoerd, kan het stuurtuig periodiek slechts gedurende een korte tijd voor elk van de besturingsfuncties ter beschikking worden gesteld. We krijgen hier dus een grens aan de capaciteit, die door tijdeisen is gegeven.

Het zal duidelijk zijn dat men in elk besturingssysteem zal moeten optimaliseren tussen het gebruik van processortijd, de grootte van de benodigde geheugens en de kosten van de min of meer ingewikkelde apparatuur waaraan functies kunnen worden gedelegeerd. Omdat deze kostencomponenten sterk bepaald worden door de steeds voortschrijdende *technologie* (materiaalbewerking) en *techniek* (zinvol toepassen van materialen) zal de keuze in de loop van de tijd zeer verschillend kunnen uitvallen.

In de programmastructuur van een wat groter besturingssysteem kunnen we meestal de speciale functie van een *monitorprogramma* of *supervisieprogramma* (Engels: 'Master Control Program') onderscheiden. Dit regelt de werking van de eigenlijke besturingsprogramma's, zorgt ook voor regeling van de invoer en de uitvoer van informatie, houdt rekening met de prioriteit van de te verrichten werkzaamheden en kan voorts een bewakings- en alarmeringsfunctie hebben. Ook de besturing van test- en foutdiagnoseprogramma's kan door de monitor worden verzorgd. Programmatuuruitvoering van de besturings- en regelfuncties van een monitorprogramma geeft de grootst mogelijke flexibiliteit, vooral ook met het oog op wijzigingen in de toekomst. Een goed uitgewerkte, in programmatuur gemaakte monitor is een noodzakelijke eis voor een 'future-proof' systeem.

3. Schakelstelsels met programmabesturing

Bij de historische ontwikkeling van telefoon-schakelstelsels kunnen we een voortgaande concentratie van besturingsfuncties waarnemen in daarvoor gespecialiseerde organen, zoals instelstroomlopen, merkers, registers, nummeronderzoekers, enz. We zien in het laatste decennium de elektronische schakeltechniek opkomen, in het bijzonder voor die veel gebruikte functies waarvoor de elektromechanische oplossingen te veel onderhoud zouden vragen. Altijd is echter nog sprake van een delegatie van besturingsfuncties door het eigenlijke doorschakelnetwerk.

Het verschijnen van centrale besturingsorganen, die met in geheugens opgeslagen programma's werken, betekent een verdere voortgang, maar ook het optreden van een breekpunt in de ontwikkeling. We zien nu voor het eerst een volledige scheiding tussen de doorschakel- en de besturingsfunctie van een automatisch telecommunicatienetwerk. Daarbij is de processor geen hulporgaan dat enkele veel benodigde telefoniefuncties kan uitvoeren, doch de verdere voortgang van de opbouw der verbindingen onberoerd laat. Integendeel, de processor is het basisorgaan dat alle processen bewaakt en regelt.

De opzet van een dergelijke centrale wijkt principieel af van die der huidige centrales, omdat de opzet wordt bepaald door de programmatuur, terwijl het doorschakelnetwerk wordt aangepast aan de wijze waarop informatie door de besturings-

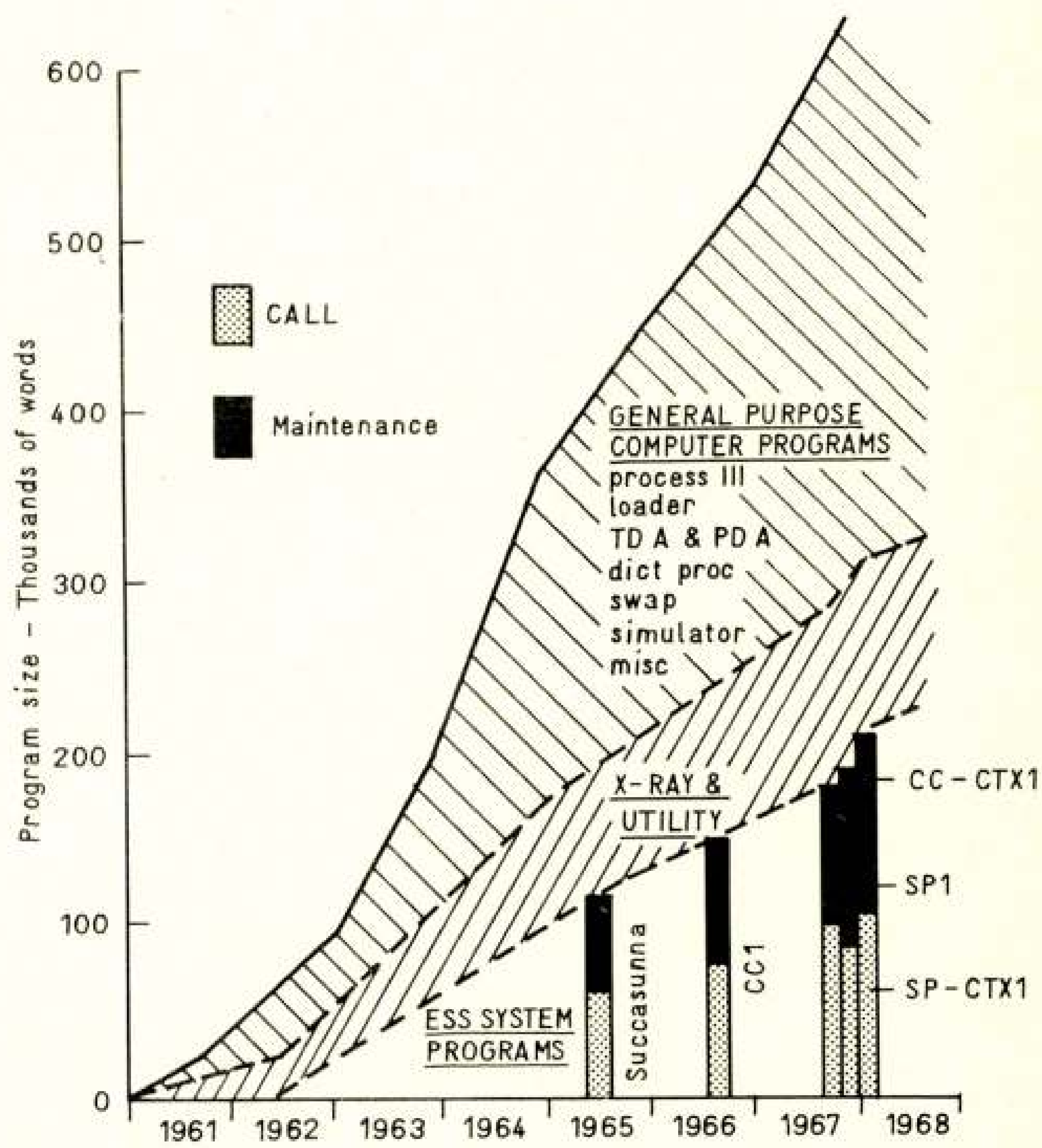


Fig. 2. Historische ontwikkeling van de programmatuur voor het ESS Nr. 1 telefoniestelsel. (Ontleend aan IEE Conference Publication No. 52, 1969, Conference on Switching Techniques for Telecommunications Networks.)

programma's kan worden verwerkt en afgegeven. Er is dus geen sprake meer van het 'vertalen' van relaisfuncties naar programmatuur, doch van een geheel nieuwe conceptie, met een procesregelend monitorprogramma als uitgangspunt. Een groot deel van de systeemconceptie komt in de programmatuur te liggen, hetgeen tot gevolg heeft dat een groot deel van de ontwikkelingsarbeid zal bestaan uit het maken van programma's. De overblijvende apparatuur in de centrale (doorschakelnetwerk, overdragers, verbindingsstroomlopen, kiesinformatie-ontvangers en toonzenders) is van een eenvoudige opzet en vraagt daardoor relatief minder ontwikkelwerk.

Het eerste schakelstelsel met programmabesturing was de lokale centrale ESS nr. 1 van ATT. Hoewel de nu ontwikkelde halfelektronische centrales in opzet en afmetingen verschillen van dit stelsel, kunnen we er toch heel wat van leren, vooral waar het de programmatuurontwikkeling betreft.

In fig. 2 is de historische ontwikkeling van het geheel der programmatuur van het stelsel ESS 1 weergegeven. De programma's zijn ingedeeld in drie hoofdgroepen:

a. *de programma's voor algemene doeleinden* (general purpose programs), zoals programma's voor het opzetten van het systeem, het inlezen van gegevens, voor het simuleren van functies, enz.;
b. *de programma's voor het testen van de computer*, het zoeken van fouten ('X-ray'), en voor de communicatie met het rekentuig (utility), zoals de input- en output-presentatie;
c. *de programma's voor het systeem in bedrijf* (ESS system programs).

We lezen uit de figuur, dat in 1965 de proefcentrale Succasunna in gebruik werd genomen; dat in 1966 de eerste bedrijfscentrale (CC 1) volgde en dat eind 1967 drie operationele bedrijfscentrales (achtereenvolgens CC-CTX1, SP1 en SP-CTX1) in dienst kwamen.

Wat in het bijzonder uit de figuur geleerd kan worden is dat bij de indienststelling van een schakelstelsel met programmabesturing de verdere ontwikkeling van de programmatuur niet stopt; integendeel, vooral voor de onderhoudsfuncties moet nog allerlei programmatuur ontwikkeld worden. Ook moet de programmatuur zelf worden onderhouden. Fouten die in ongebruikelijke situaties aan het licht komen, moeten worden hersteld, nieuwe gerieven moeten worden ingevoerd, de omgevingseisen veranderen en centrale-uitbreidingen moeten worden verwerkt. En ofschoon bij ESS 1 als eerste systeem met programmabesturing de nazorg misschien wat 'overdone' is uitgevallen, kan toch wel geconcludeerd worden dat de aanmaak van nieuwe programmatuur ook na indienststelling van de eerste centrale rustig doorgaat.

4. Eisen te stellen aan de programmatuur voor schakelstelsels

Programmatuur voor centrales, die tientallen jaren in dienst zullen blijven, die gedurende deze tijd aanzienlijk zullen worden uitgebreid en die tijdens de levensduur herhaaldelijk zullen moeten worden aangepast voor het geven van nieuwe gerieven aan abonnees of het geven van nieuwe mogelijkheden aan PTT, dient aan vele eisen te voldoen.

Als algemene kwaliteitseis mag men stellen dat in de programma's zo weinig mogelijk fouten achterblijven, hetgeen tijdens een proefperiode gedemonstreerd zou moeten worden.

Bij piekbelastingen moet het verrichten van de besturingsfuncties normaal kunnen doorgaan. Het besturingsproces mag niet vastlopen op een te grote informatie-invoer, maar dient in een overbelastingssituatie toch ook te zorgen voor het op een juiste wijze afstoppen van het aangeboden verkeer. Bovendien moet de centrale in een dergelijke situatie in staat blijven om fouten te kunnen constateren en opsporen.

Om er voor te zorgen dat een hoge betrouwbaarheid van de besturingsapparatuur gehandhaafd blijft, dient voldaan te worden aan verschillende voorwaarden, zoals een duplicering van de stuurtuigen met onderlinge controle en beveiliging van het transport van besturingssignalen door de centrale. Het ontwerp dient dusdanig te zijn, dat een 'eeuwige' programmacyclus ten gevolge van een storing of een fout niet mogelijk is. De optredende fouten dienen nauwkeurig gesignaleerd en opgespoord te worden, zodat tot snelle reparatie kan worden overgegaan.

Van zeer groot belang is een juiste documentatie, die gemakkelijk toegankelijk is en ook tijdens de levensduur van de centrale steeds wordt bijgehouden. Dit zal voor PTT betekenen dat in dit opzicht een strak beheer wordt gevoerd, vergelijkbaar met het bijhouden van het tekeningenpakket in conventionele apparatuur.

De programmatuuropzet dient zodanig te zijn, dat het mogelijk is om een systeem dat in bedrijf is, aan te passen en te wijzigen zonder dat een storing optreedt. In het programmageheugen dient voldoende ruimte vrij te zijn voor het invoeren van test- en onderhoudsprogramma's, die het opsporen van fouten vergemakkelijken. Tijdens een normale bedrijfssituatie zijn deze programma's niet nodig en kan de vrije geheugenruimte worden gebruikt voor bijv. verkeersmetingen of lopende routinetesten.

In het Dr. Neher-Laboratorium van de Nederlandse PTT wordt mede aan de hand van de ontwikkeling en bouw van eigen studiemodellen van centrales de kennis vergaard, die nodig is om de fabrikanten tijdens de ontwikkeling van nieuwe schakelstelsels voldoende tegenspel te kunnen geven en om voorts kant en klaar aangeboden stelsels te kunnen beoordelen. Een en ander geschiedt in overleg met medewerkers van de betrokken bedrijfsafdelingen. Het is bij deze studies en ontwikkelingen onze ervaring geworden dat men alleen door het zèlf doen de problemen voldoende kan onderkennen en begrijpen.

5. Problemen op langer zicht

De ontwikkeling van programmatuur voor schakelstelsels is nog in de beginfase. Hier volgen enkele ontwikkelingen die zich al aftekenen:

a. In CCITT-verband is men begonnen met de studie van speciale programmeertalen voor toepassing in schakelstelsels. Men heeft in Engeland en Zweden enige voorbeelden hiervan ontwikkeld, die echter nog bij lange na niet volmaakt zijn.
b. Men gaat de besturing van een schakelstelsel steeds meer beschouwen als een probleem dat voor een telecommunicatienet als geheel bezien dient te worden. Men komt dan tot een hiërarchie van besturingsorganen, waarbij een zo goed mogelijk gebruik van de capaciteit van de moderne stuurtuigen kan worden gemaakt.
c. Hierbij betrekt men tevens het beheer-op-afstand van centrales, de bedrijfsbewaking, maar ook het verwerken van verkeersgegevens en de koppeling van de centrales met allerlei informatiebestanden. We kunnen dan denken aan het voeden van een systeem dat de bestanden van de informatiedienst 'up-to-date' houdt.
d. Ook de studie van nieuwe gerieven zal voortgezet worden, waarbij voor elk geval van tevoren een inzicht in kosten en andere consequenties kan worden verkregen.

Er zal op dit gebied nog veel te bestuderen blijven, waarbij de problemen slechts kunnen worden opgelost bij een zo nauw mogelijke samenwerking van alle betrokkenen zowel binnen de PTT als bij onze leveranciers.

621.395.34

II. Programmatuur van besturingssystemen

door ir. H. Mevissen, Dr. Neher-Laboratorium der PTT, Leidschendam



Synopsis: *The monitor software of a local telephone exchange.*
After a short description of a batch monitor, a multiprogramming monitor and a real-time monitor, attention is paid to the monitor system of a local telephone exchange. A comparison is made between two possible priority structures, viz. the hierarchic priority structure and the list priority structure.

1. Inleiding

Een computersysteem houdt zich bezig met 'informatie'. In principe kan men met informatie drie verschillende verrichtingen doen:
- Informatie kan worden bewaard (of opgeslagen). Een karakteristiek voorbeeld hiervan is een bibliotheek.
- Informatie kan benut en/of verwerkt worden. Bijvoorbeeld: een thermostaat opent of sluit een regelklep, als gevolg van beïnvloeding door de temperatuur.
- Tenslotte kan informatie vervoerd of getransporteerd worden. PTT transporteert informatie op allerlei manieren.

In een computer worden deze drie functies automatisch gerealiseerd. De volgorde waarin onderdelen van deze functies moeten worden uitgevoerd, is vastgelegd in een reeks basisinstructies, die meestal in het kernengeheugen genoteerd staat. Een dergelijke reeks basisinstructies vormt een programma.

Een van de grote voordelen van een computer is zijn flexibiliteit. Men behoeft alleen maar een ander programma in het geheugen te zetten om de machine een totaal ander werk te laten doen. Een nadeel van een computer is dat het een erg duur gereedschap is. Daarom zal men een computer efficiënt dienen te gebruiken en dat is één van de redenen waarom vooral bij wat grotere computers de werkzaamheden door een monitorprogramma worden geregeld.

Een monitor-systeem (*'operating system'* of *'executive system'*) is een programma dat tot doel heeft apparatuur en programmatuur van een computersysteem zo optimaal mogelijk aan elkaar aan te passen. Het zal duidelijk zijn dat de opzet van een monitorsysteem beïnvloed wordt door enerzijds de apparatuur waaruit het computersysteem bestaat, en anderzijds het soort werk waarvoor de computer gebruikt zal worden. In dit artikel wordt voornamelijk aandacht geschonken aan de invloed van de programmatuur op de monitor.

Als we bezien hoe een moderne computer werkt, dan valt het op dat er een groot verschil bestaat tussen de snelheid van de in- en uitvoer en de snelheid waarmee instructies worden uitgevoerd. Deze verhouding is ongeveer een factor duizend. Een instructie wordt in ongeveer 1 μs afgewerkt, terwijl uitvoer op een regeldrukker circa 1 ms per teken kost (dat komt overeen met ongeveer 500 regels van 120 tekens in een minuut). Het ligt daarom voor de hand dat de eerste monitorsystemen zich hoofdzakelijk bezighielden met de regeling van de in- en uitvoer. We spreken dan van een *'batch monitor'*.

2. Monitorsystemen

2.1. Batch monitor

Een batch monitor regelt de in- en uitvoer van programma's die op het computersysteem worden gedraaid. Een dergelijke monitor kan eenvoudig zijn. Wordt de monitor in werking gesteld, dan volgt op de systeem-teletype een verzoek om invoer van een programma en gegevens. Het programma wordt door de monitor gestart en als de resultaten uitgevoerd zijn, volgt een verzoek om nieuwe invoer van werk.

Een batch monitor kan ook ingewikkeld zijn. Invoer van programma's en gegevens vindt dan willekeurig plaats (binnen bepaalde grenzen). De monitor deelt de programma's zo mogelijk in blokken in, die zo zijn samengesteld, dat reken-intensieve programma's afgewisseld worden met programma's die veel in- en uitvoer hebben. De resultaten worden zo nodig op een achtergrondgeheugen in een wachtrij gezet voor de uitvoerapparaten. Monitorsystemen van dit type treffen we daar aan waar veel gegevens regelmatig worden verwerkt, zoals loonadministraties en andere administratieve systemen als Giro, Dienst Omroepbijdragen en Rijkspostspaarbank.

2.2. *Multiprogrammeringsmonitor*

Indien een computer niet voor 'batch processing' wordt gebruikt, maar bijvoorbeeld in 'time sharing', valt het accent van het monitorbeheer niet meer op de in- en uitvoer, maar op het beheersen van tijd en geheugenruimte. Een dergelijke *multiprogrammeringsmonitor* stelt beurtelings aan programma's die in het systeem actief zijn processortijd ter beschikking. Om processortijd over verschillende programma's te kunnen verdelen is het noodzakelijk, dat een lopend programma door externe oorzaken moet kunnen worden onderbroken, bijv. door een klokpuls om de 50 ms. Een ingreepsysteem ('interrupt systeem') realiseert deze mogelijkheid in een computer.

Het geheugenbeheer is in het algemeen niet dynamisch met betrekking tot de programma's, d.w.z. als een programma voor een bepaald tijdinterval de processor ter beschikking krijgt, verandert in dat interval niet de hoeveelheid geheugen waarvan het programma gebruik kan maken. Uit monitorstandpunt bezien is het geheugenbeheer wel dynamisch, in die zin dat een niet-actief programma zo nodig op een achtergrondgeheugen gezet wordt en het snelle ring-kerngeheugen ter beschikking van actieve programma's komt.

De programma's die onder een multiprogrammeringsmonitor werken, zijn meestal onafhankelijk van elkaar. Voor zover programma's dezelfde systeemprogrammatuur gebruiken, als *compilers* en *assemblers*, is het streven erop gericht die programmatuur 're-entrant' te maken, hetgeen betekent, dat programma's gelijktijdig en onafhankelijk van elkaar dezelfde systeemprogrammatuur kunnen gebruiken.

2.3. *Real-time monitor*

Behalve voor batch-verwerking en in een multiprogrammeringsomgeving kan een computersysteem ook worden gebruikt voor het besturen van processen (besturing van een hoogoven, van een kernreactor of van een telefooncentrale). We krijgen dan te maken met een *real-time monitor*.

Kenmerkend voor een real-time systeem is dat de monitor de in- en uitvoer niet meer autonoom (onafhankelijk van de buitenwereld) kan regelen, maar aan stringente tijdeisen dienaangaande is gebonden. De tijdeisen zijn een gevolg van de *responstijd* waaraan het systeem moet voldoen. Onder responstijd verstaan we het tijdsinterval dat verloopt tussen het aanbieden van de invoer en het ter beschikking zijn van de uitvoer (die bij besturingssystemen meestal voor procesbesturing wordt gebruikt). Nu maakt de responstijd op zichzelf een systeem nog niet tot een real-time systeem, want elk computerproces heeft een responstijd. Een real-time proces heeft daarbij de volgende kenmerken:

a. Als het systeem niet voldoet aan de eisen die aan de responstijd gesteld zijn, loopt het bestuurde proces geheel of gedeeltelijk onherstelbaar uit de hand.
b. De responstijd is van dezelfde orde van grootte als de tijd die nodig is om de invoer te verwerken tot uitvoer.

Een typisch voorbeeld van een real-time proces was het controleren van de bemande Apollo 13-vlucht naar de maan door een UNIVAC 1108 in multiprocessor-opstelling. Halverwege ontplofte aan boord een zuurstoftank en daarmee liep het proces onherstelbaar uit de hand. Achteraf bleek uit analyse van de telemetriegegevens, dat 90 s voordat de tank ontplofte de tanktemperatuur was gaan stijgen. De responstijd waarbinnen het systeem had moeten reageren, opdat deze calamiteit niet zou zijn gebeurd, kunnen we in dit geval kennelijk stellen op 90 seconden minus de tijd, nodig om de explosie te voorkomen.

Ook de besturing van een telefooncentrale voldoet min of meer aan de zojuist genoemde kenmerken a en b. Als een abonnee cijfers intoetst om een verbinding op te bouwen en de processor, door welke omstandigheden dan ook, een aangeboden cijfer niet zou 'zien', loopt deze verbindingsopbouw uit de hand en krijgt de abonnee de gewenste verbinding niet.

3. Abonneecentrales met computerbesturing

Wanneer men wat dieper ingaat op de besturing van een telefooncentrale door een computer, blijken er enige kenmerken en eisen te bestaan die een duidelijke invloed op de opzet van de monitor hebben:

a. De kortste responstijden liggen bij een telefooncentrale in de buurt van 30 ms, de minimale tijd gedurende welke een cijfer als invoer aan de processor wordt aangeboden.
b. De programma's die de besturing van de centrale regelen, zijn onderling afhankelijk.
c. Het telefonieproces is een stochastisch proces, waarbij het uit verkeersoogpunt acceptabel is dat bijv. 0,1% van het aangeboden verkeer niet verwerkt wordt (in tegenstelling tot administratieve systemen waar principieel *alle* aanbod verwerkt *moet* worden).
d. De tijd dat een telefooncentrale door storing buiten bedrijf is, moet zeer klein zijn (minder dan 5 uur in 40 jaar).

De eis, dat het systeem aan de responstijd moet voldoen, maakt tijdbewaking noodzakelijk. Deze bewaking wordt mogelijk doordat op vaste tijdstippen, bijv. elke 10 ms, een klokingreep plaatsvindt, welke de start van een basisinterval vormt. In elk basisinterval worden eerst gemeenschappelijke functies afgehandeld (bijv. tijdbewaking voor programma's afvragen van meetpunten, enz.). Omdat in een telefooncentrale een aantal gebeurtenissen tegelijkertijd kan plaatsvinden, terwijl een computer instructies alleen sequentieel kan uitvoeren, wordt het werk dat gedaan moet worden, ingedeeld in een aantal prioriteitniveaus.

De prioriteitindeling is een belangrijk kenmerk bij de programmatuur van abonneecentrales. Voor de besturing van een telefooncentrale zijn veelal meer dan 60 programma's nodig. We willen ten aanzien van de organisatie van deze programma's twee methoden onderscheiden:

I. De programma's zijn ingedeeld in een aantal niveaus, waarbij per gelijk niveau de programma's dezelfde prioriteit hebben.
II. De programma's kunnen in een lijst worden gerangschikt; het plaatsnummer in de lijst geeft dan de prioriteit van het programma aan. De programma's geven in dit geval besturing en gegevens als het ware aan elkaar door, terwijl dit volgens methode I zeer duidelijk een monitorfunctie is.

Fig. 1 illustreert het verschil. De kleine cirkels stellen programma's voor. Bij methode I worden gegevens en controle overgedragen aan de monitor (de grote cirkel in fig. 1a), die voor verdeling van gegevens en controle zorgt. Bij methode II gaan gegevens en controle in vaste volgorde van het ene naar het volgende programma (fig. 1b).

Het verschil in prioriteitindeling heeft duidelijke verschillen in de programmering van de centrales tot gevolg. Fig. 2 beoogt dit schematisch weer te geven. In fig. 2a stellen de grote rechthoeken de 'software'-niveaus voor. Elk niveau heeft één *werklijst* en één gebied, waar tussentijdse resultaten kunnen worden

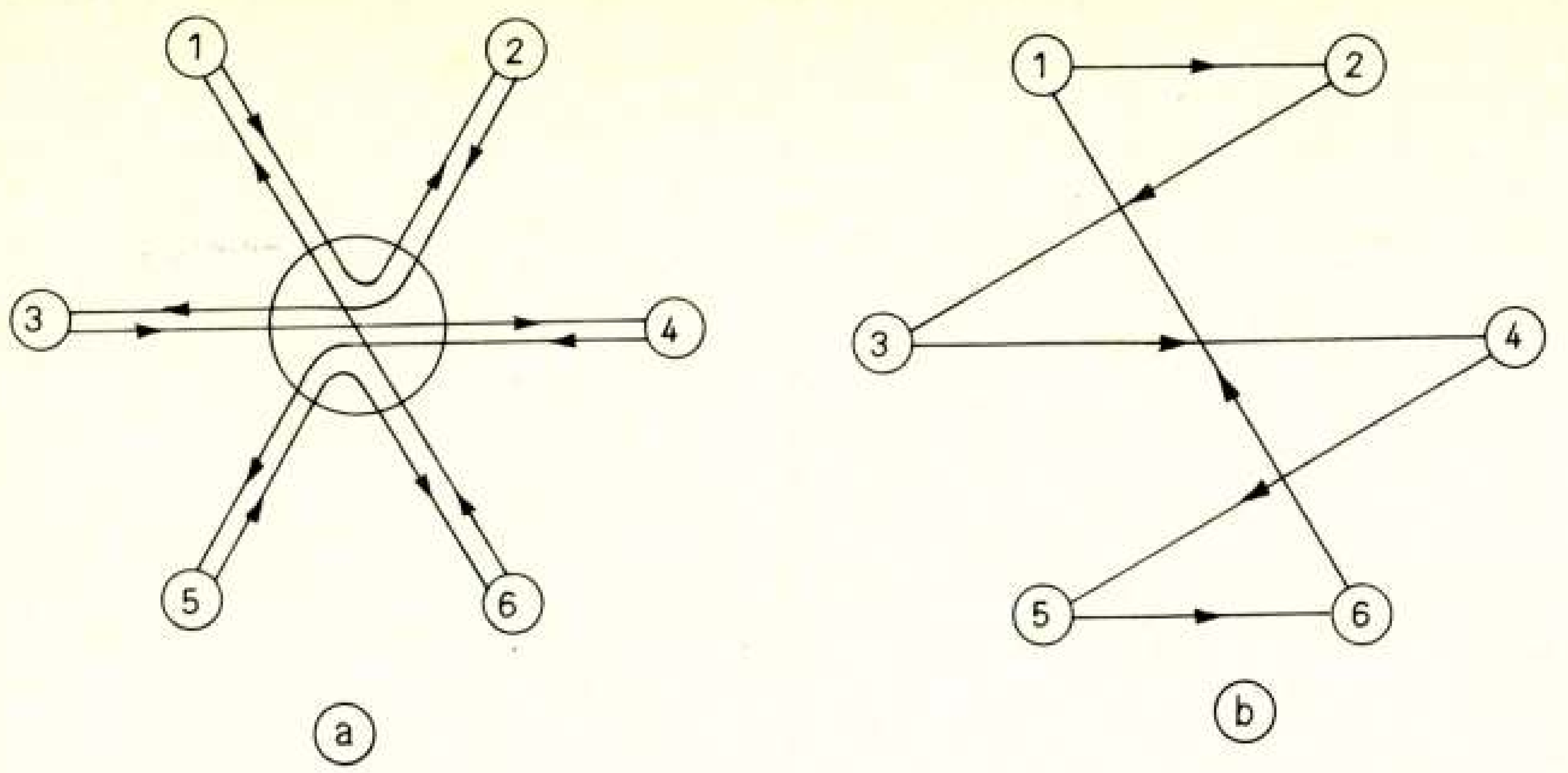


Fig. 1. Overdracht van besturing en gegevens. a. via een gemeenschappelijke monitor (methode I); b. rechtstreeks van programma naar programma (methode II).

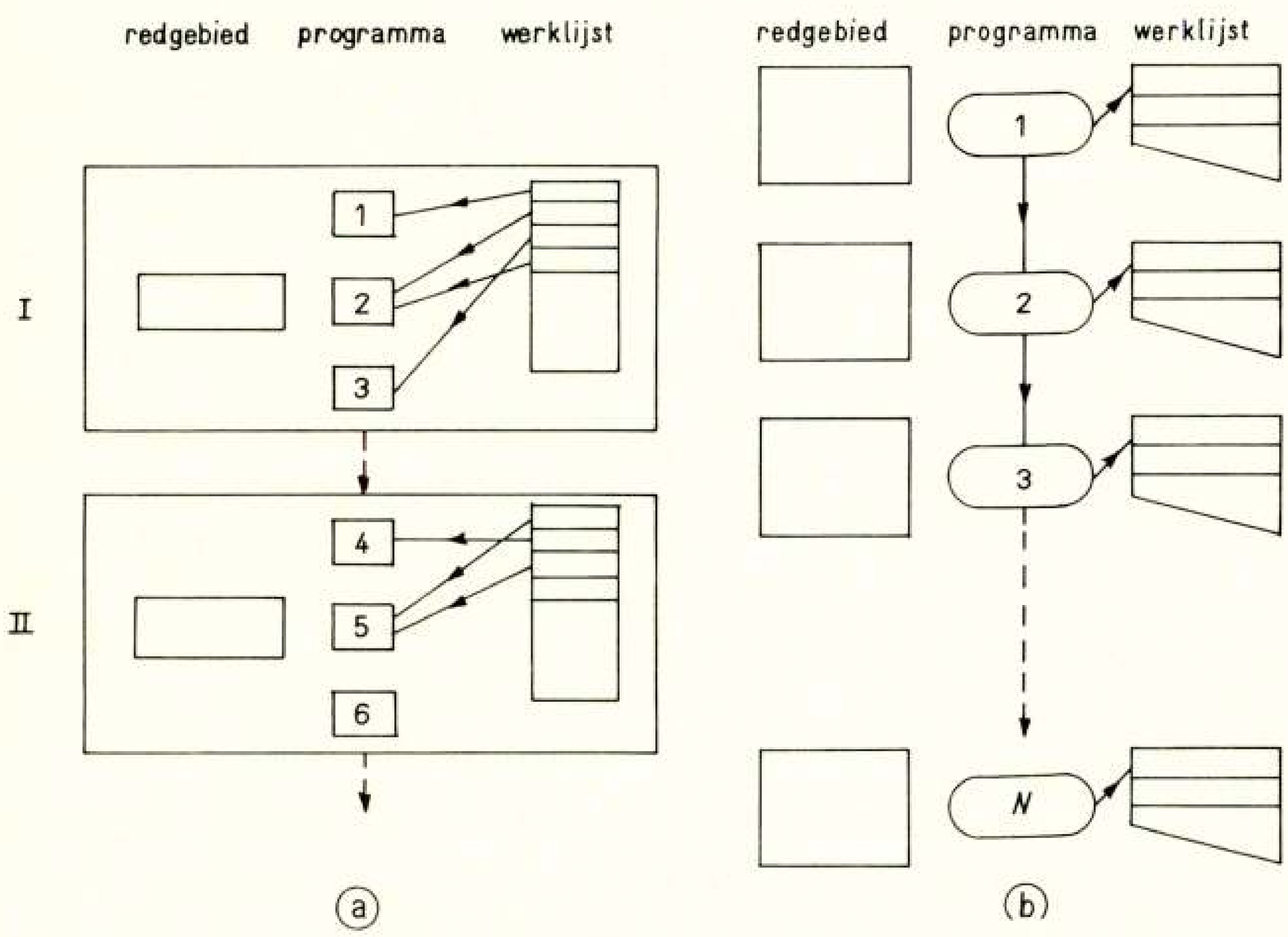


Fig. 2. Prioriteitenindeling: a. indeling in niveaus; b. indeling volgens lijst.

bewaard wanneer een programma tijdelijk moet worden onderbroken, het zgn. *redgebied* ('save area'). De monitor 'kijkt' in de werklijst en roept een programma aan als er werk voor blijkt te zijn. Als de werklijst van een niveau leeg is, stapt de monitor naar een volgend niveau om ook daar de werklijst leeg te maken. Bij methode II moet in principe elk programma een eigen redgebied en werklijst hebben. Ieder programma maakt de eigen werklijst leeg en eindigt met een sprong naar het volgende programma.

Naar aanleiding van dit systeemverschil kunnen enkele opmerkingen worden gemaakt.

1. Er is tussen de methoden I en II een aanzienlijk verschil in aantal redgebieden en werklijsten (respectievelijk per programma en per niveau). Dit zal van invloed zijn op de omvang van het geheugen.
2. De organisatie volgens methode II is eenvoudig. De monitorfuncties zijn summier en bestaan hoofdzakelijk uit de behandeling van ingrepen.
3. De organisatie volgens methode I is meer elastisch. Een nieuw of veranderd programma kan eenvoudig op een niveau ingepast worden. De overdracht van besturing en gegevens aan andere programma's gebeurt via de monitor voor alle programma's op dezelfde wijze. Volgens methode II heeft een programma-inpassing repercussies op het voorgaande en het volgende programma in de prioriteitenlijst.
4. De ingreepbehandeling bij methode I is overzichtelijker omdat de ingreep-administratie per niveau plaatsvindt. Bij methode II kan de ingreepstructuur dieper genesteld zijn; deze is daardoor onoverzichtelijker.

De vraag welke systeemopzet de voorkeur verdient, is moeilijk te beantwoorden. Als we de ingewikkeldheid van de monitor en het rendement van een computersysteem – waarbij dit rendement een functie van gebruikt geheugen en processortijd is – kwalitatief in een grafiek tegen elkaar uitzetten, is dit verband vermoedelijk homogeen stijgend (zie de ideaal-lijn in fig. 3). Het verloop van de praktijklijn zal afhankelijk zijn van de apparatuur. Een groot modern systeem biedt meer mogelijkheden waarvan een monitor gebruik kan maken. Bijv. meervoudige ingreepniveaus bespoedigen ingreepidentificatie, en geheugenblokken met meer meervoudige toegang versnellen het informatietransport. Beperken we ons tot één bepaalde computer dan zal de kromme ook afhankelijk zijn van het soort werk dat met de computer gedaan wordt. In het geval van 'batch processing' zal met een goede regeling van de invoer/uitvoer al een redelijk rendement bereikt worden. Maken we bij hetzelfde werkpakket de monitor ingewikkelder, dan kan daarmee het rendement teruglopen. Wij nemen bijv. aan dat punt 1 in de grafiek een monitorsysteem voorstelt, waarbij bepaalde werkzaamheden in multiprogrammeringsomgeving efficiënt verricht worden. Maken we nu de monitor nog ingewikkelder door toevoeging van bijv. een tijdbewakingsfunctie, een datumfunctie en een geheugenallocatiefunctie, dan komen we in eerste instantie in punt 2 terecht omdat, bij gelijkblijvende werkzaamheden, de

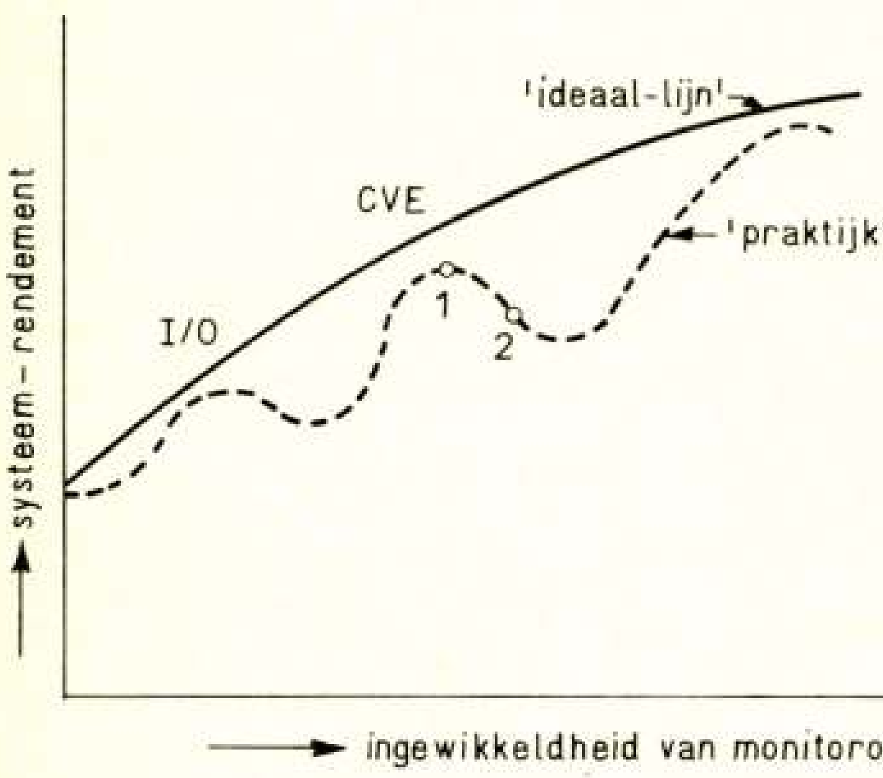


Fig. 3. Invloed van de monitoropzet op het systeemrendement.
I/O = gebied waar invoer en uitvoer goed geregeld zijn.
CVE = gebied waar de centrale verwerkingseenheid goed wordt benut.

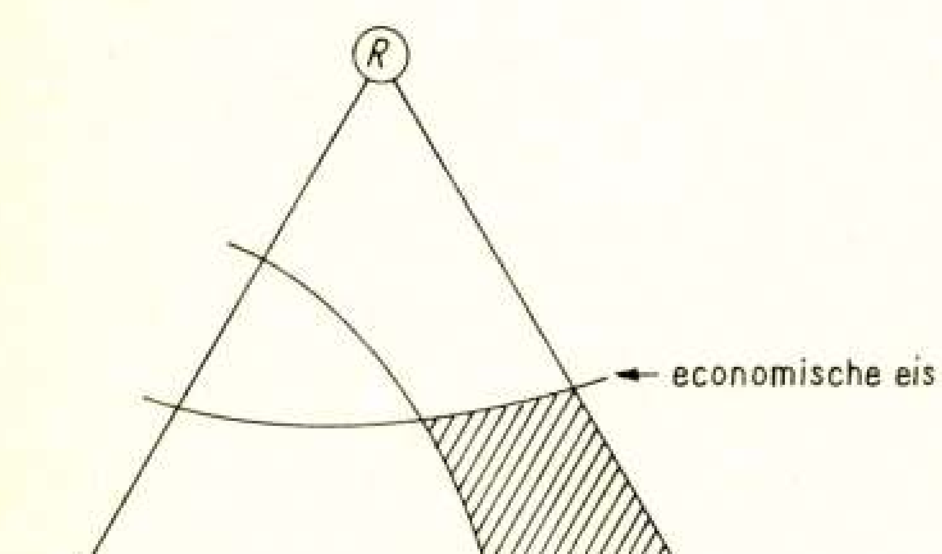


Fig. 4. Variabelen van een monitorsysteem.
R = geheugenruimte; S = structuur; T = processortijd.

toegevoegde functies voor het merendeel niet gebruikt worden, terwijl deze functies wel geheugenruimte en processortijd in beslag nemen tijdens de interne administratie van de monitor. Het systeemrendement wordt kleiner.

De 'praktijklijn van een telefooncentrale' kent men op dit moment niet en evenmin is bekend wat de optimale apparatuur is om het telefonieprobleem programmatisch op te lossen. Een kwantitatieve monitorkeuze is daarom op dit ogenblik niet mogelijk. Kwalitatief kunnen we meer zeggen.

Bij het opzetten van een monitorsysteem staan de systeemontwerper eigenlijk drie variabelen ter beschikking, die hij als bouwstenen kan gebruiken om het doel te bereiken. Dit doel is een telefoniesysteem te realiseren dat aan bepaalde gestelde eisen voldoet. Men heeft de beschikking over geheugenruimte, over processortijd en de structuur kan variëren van eenvoudig tot ingewikkeld. De variabelen kunnen min of meer elkaars plaats innemen. Het is bijv. mogelijk processortijd om te ruilen tegen geheugenruimte of geheugenruimte te besparen door de structuur ingewikkelder te maken.

In fig. 4 zijn de drie variabelen in beeld gebracht. T betekent processortijd, R is geheugenruimte en S staat voor structuur. We zien in deze figuur een zekere overeenkomst met de bekende kleurendriehoek uit de natuurkunde. De invloed van een variabele wordt des te groter naarmate men er dichter bij komt. Een monitorsysteem dat in de buurt van R ligt, is zuinig met processortijd en de structuur zal eenvoudig zijn. Het systeem gebruikt wel veel geheugenruimte.

Nu is het duidelijk dat bij real-time systemen met hoge responseisen relatief zuinig met de processortijd moet worden omgesprongen. Het gebied in de driehoek waarbinnen een real-time monitor zal liggen, wordt daarom begrensd door een boog om T waarin de responseisen verwerkt zijn.

Verder hebben we niet met een éénmaal voorkomend systeem te maken, maar met enkele honderden centrales. De benodigde geheugenruimte voor een telefooncentrale ligt globaal tussen 64 000 en 128 000 woorden van 16 bits. Een besparing van 1000 woorden (ca. 1%) levert bij 1000 centrales naar hedendaagse maatstaven een kostenverlaging van circa 10 miljoen gulden op. Het monitorgebied wordt daarom, door economische eisen die de telefonie stelt, beperkt tot het gearceerde deel van de driehoek. De prijs daarvoor is dat de structuur van het systeem ingewikkeld zal zijn.

Behalve tijdeisen en economische argumenten kunnen nog enkele redenen worden aangevoerd waarom een monitor met meer gecentraliseerde functies de voorkeur lijkt te verdienen:

1. Zoals reeds vermeld, is het telefonieproces een stochastisch gebeuren, d.w.z. oproepen komen niet regelmatig, maar willekeurig in de tijd verdeeld binnen. Een monitorsysteem moet zo ingericht zijn, dat deze pieken in werkaanbod zo vlug mogelijk verdeeld worden. Dat betekent dat zo veel mogelijk werk gemeenschappelijk per interval door de monitor moet gebeuren, zodat het per oproep te verrichten werk zo gering mogelijk is. Het verkeersaanbod leidt dan binnen de processor minder snel tot programmastagnatie.
2. De flexibiliteit van een programmasysteem met uitgebreide monitorfuncties is groter. Men kan zich voorstellen dat in een aantal centrales een zelfde monitorsysteem wordt toegepast, doch dat in iedere centrale met aangepaste telefonieprogramma's wordt gewerkt. De verschillen tussen de centrales zullen kleiner zijn naarmate meer functies aan de monitor zijn toegekend. Programma-onderhoud en documentatie zullen daardoor overzichtelijker zijn.

Voldoende flexibiliteit in centrales met computerbesturing is

noodzakelijk, omdat we binnen de levensduur van de centrales het realiseren van signalering kunnen verwachten over kanalen die rechtstreeks tussen processoren lopen, omdat we nieuwe abonneefaciliteiten krijgen en omdat de mogelijkheid bestaat, dat pulscode-modulatie in het Nederlandse net zal worden ingevoerd.

621.395.34

III. Telefonieprogrammatuur

door D. van de Nieuwegiessen, Dr. Neher-Laboratorium der PTT, Leidschendam



Synopsis: *The programme packet of a local telephone exchange.*
A description is given of a study model of a computer-controlled telephone exchange. The packet of programmes required for this type of telephone exchange is discussed. Apart from the main functions, i.e. setting up, supervising and releasing of speech paths, the packet of programmes consists of programmes for system assurance, fault reporting, fault location and transactions for exploitation and maintenance. Finally means are considered, required for the exploitation and supervision of a telephone network consisting of computer-controlled exchanges.

1. Inleiding

Deze beschouwing heeft betrekking op de programmatuur van de telefooncentrales die na 1971 in betrekkelijk grote aantallen in het Nederlandse telefoonnet zullen worden geïnstalleerd, nl. lokale halfelektronische centrales met computerbesturing, die elk een geïnstalleerde capaciteit tussen 2000 en 16 000 abonneelijnen zullen bezitten. Evenals dit bij het systeemontwerp gebeurt, zal hier een functionele benadering worden gekozen. Uitgaande van de functies die nodig zullen zijn, en de algemene opbouw van het systeem, komt men tot de eisen die aan de programmatuur moeten worden gesteld.

2. Opbouw van lokale centrales met computerbesturing

2.1. *Algemeen*

De functie van een lokale centrale is, in het algemeen gesteld, het op wens van de telefoongebruikers opbouwen, bewaken en weer afbreken van telefoonverbindingen tussen de op de centrale aangesloten abonneelijnen onderling of tussen deze lijnen en lijnen van of naar andere centrales. Hiertoe moet de centrale beschikken over schakelmiddelen om de aangesloten lijnen met elkaar te kunnen verbinden – het zgn. *spreekwegennet* – en over middelen om op die lijnen telefoonsignalen te kunnen ontvangen en zenden. Bovendien moeten er middelen aanwezig zijn om door tonen (of eventueel van tevoren opgenomen gesproken teksten) de telefoongebruikers te informeren over de toestand van de verbindingen. Voor de beschouwde categorie centrales is met het oog op de inpassing in het bestaande net de voorkeur gegeven aan een spreekwegennet waarin de abonneelijnen worden doorgeschakeld door middel van droge bladveerrelais ('dry reed relays').

De ontvang- en zendmiddelen voor signalen en tonen zijn aangebracht in de zgn. verbindingsorganen en in de informatie-ontvangers en -zenders. De verbindingsorganen koppelen de aangesloten lijnen met het spreekwegennet of verbinden delen van dit net. De informatie-ontvangers en -zenders worden alleen tijdens de opbouwfase van de verbindingen aangeschakeld. Het geheel van spreekwegennet, verbindingsorganen en informatie-ontvangers en -zenders kan men functioneel het *verbindingsdeel* van de centrale noemen.

Naast de zojuist genoemde middelen voor het verbinden van lijnen en voor het ontvangen en zenden van signalen en tonen moet het systeem de van buiten binnenkomende informatie (bijv. oproepsignalen, gekozen cijfers, e.d.) en de over het systeem zelf intern aanwezige informatie tot besturingscommando's voor de onderdelen van het verbindingsdeel kunnen verwerken. In conventionele centrales geschiedt deze gegevensverwerking in zekere zin gespreid over het systeem en is de bereikbare concentratie begrensd door de traagheid van de schakelmiddelen, *in casu* de telefoonrelais. Elektronische bouwstenen hebben een snelheid, die het mogelijk maakt de gegevensverwerking binnen één besturingsorgaan te concentreren, waardoor aan besturingsapparatuur bespaard kan worden. Een nog effectiever gebruik van de snelheid van de elektronische schakelingen wordt verkregen door tevens programmabesturing toe te passen, omdat bij het achter elkaar uitvoeren van alle benodigde functieprogramma's dan steeds dezelfde groep bouwstenen in de centrale processor gebruikt wordt. Daarnaast bezit programmabesturing nog andere voordelen, die in artikel I van deze reeks zijn aangegeven.

Bij een centrale met computerbesturing geschiedt alle gegevensverwerking in beginsel in het zgn. gegevensverwerkende deel, ook wel *centrale besturing* genoemd. Om het *gegevensverwerkende deel* qua snelheid, signalen en signaalformaten aan het *verbindingsdeel* aan te passen, zijn koppelorganen nodig tussen deze beide delen van de centrale. Het samenstel van alle koppelorganen zou men het *aanpassingsdeel* kunnen noemen. Het geheel is schematisch weergegeven in fig. 1.

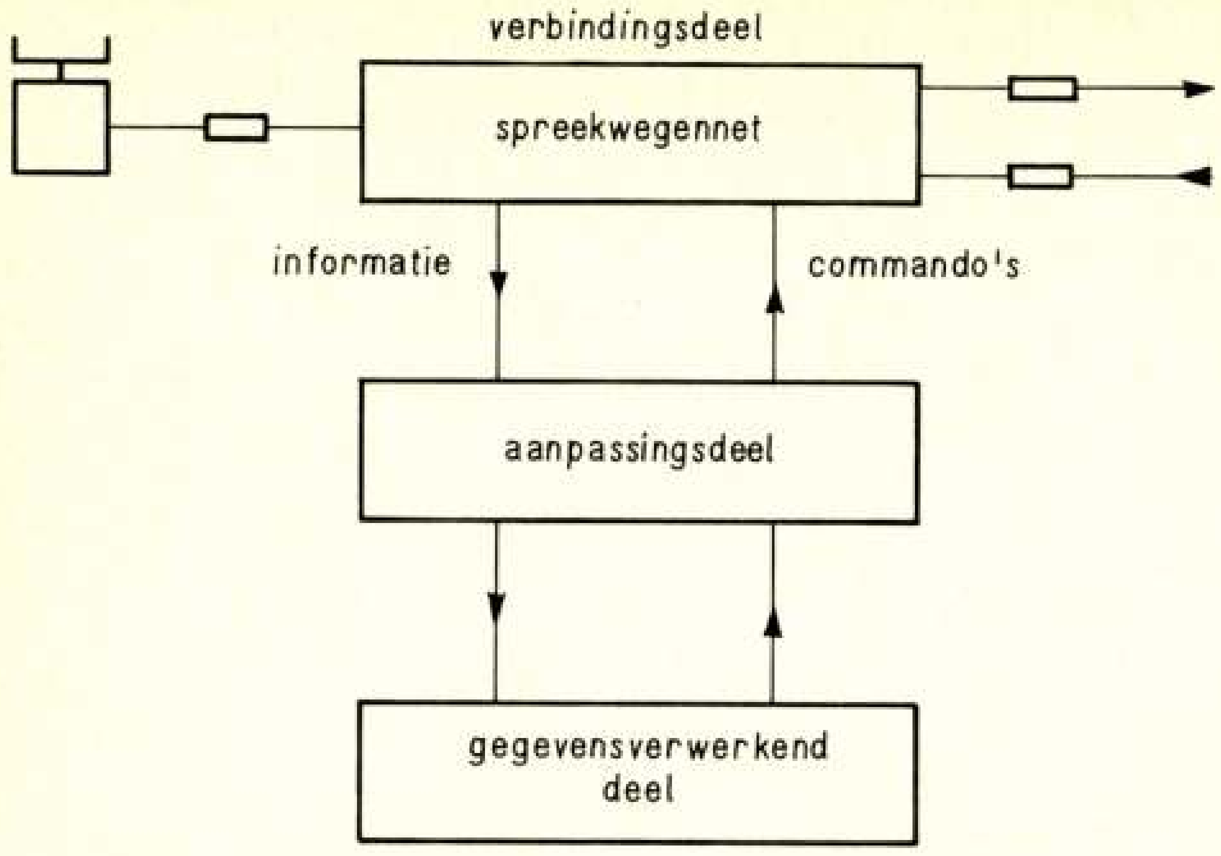


Fig. 1. Grondschema van een telefoonsysteem met computerbesturing.

Een analyse van het besturingsprobleem, onafhankelijk door verschillende fabrikanten en door PTT gemaakt, heeft als uitkomst opgeleverd, dat voor de besturing van een lokale telefooncentrale tot een capaciteit van 10 000 abonneelijnen in beginsel een betrekkelijk kleine, niet gespecialiseerde computer (zgn. 'general purpose computer') met een woordlengte van 16 bits, een maximale ringkerngeheugencapaciteit in de orde van 64 tot 128 k woorden en een cyclusduur van 1 tot 2 μs gebruikt zou kunnen worden. In het instructiepakket van de computer behoeven geen rekenkundige instructies, zoals vermenigvuldigen en delen, te zijn opgenomen; ook een voorstelling voor negatieve getallen is niet nodig.

Door het bijzondere van het telefonieproces zijn echter wel instructies wenselijk die individuele bits of groepen bits in een woord kunnen behandelen en eventueel kunnen zorgen voor het aftasten ervan, welke bit in een woord op '1' staat. Bovendien is een flexibele adressering van het geheugen vereist. Voorts is een bescherming van delen van het geheugen tegen ongeoorloofd schrijven noodzakelijk.

De betrouwbaarheid, die een telefonie-besturingscomputer moet bezitten, stelt zwaardere eisen aan het ontwerp en de uitvoering van de apparatuur dan in het geval van een normale 'general purpose' computer. De stringente betrouwbaarheidseisen voor telefoniesystemen, die inhouden dat tijdens de levensduur van de centrale, welke op 30 tot 40 jaar gesteld kan worden, de dienstverlening in totaal maar maximaal 1 uur door storingen onderbroken mag zijn, verlangen nog enkele faciliteiten die samenhangen met het dupliceren van de computer en van hulpmiddelen voor het programmatisch bestuurd foutzoeken.

2.2. *Opbouw van het studiemodel voor een halfelektronisch telefoonsysteem*

De configuratie van een lokale telefooncentrale met computerbesturing zal er nu ongeveer uitzien als in fig. 2 is aangegeven. De figuur toont het blokschema van het studiemodel voor een *h*alf*e*lektronisch *t*elefoonsysteem, het HET-DNL.

Links bovenaan in het *verbindingsdeel* is aangegeven hoe de abonneetoestellen (AT) via lijnstroomlopen (LS) per 1024 op een abonneeverbindingsnetwerk (AVN) zijn aangesloten. In een volledig uitgebouwde centrale zijn 10 abonneeverbindingsnetwerken geïnstalleerd, genummerd van 0 ... 9. De functie van de lijnstroomloop is het detecteren van het oproepsignaal (afnemen van de microtelefoon) en in bepaalde gevallen het detecteren van de vrij- of bezettoestand van de abonneelijn, waarvoor per lijnstroomloop een detector met een testpunt ten behoeve van de centrale besturing aanwezig is. In het AVN worden de abonneelijnen, die in het algemeen een laag gebruiksrendement hebben, geconcentreerd tot een kleiner aantal lijnen met een hoger rendement. Op dit niveau vindt men de verbindingsorganen A-verbindingsstroomloop en B-verbindingsstroomloop, resp. AVS en BVS. Deze organen verzorgen resp. de verbinding met de oproepende abonnee (AVS) en met de opgeroepen abonnee (BVS). Ze bevatten beide een voedingsbrug voor het geven van microfoonvoeding, een lusdetector voor het detecteren van de haaktoestand van het abonneetoestel en injectiecircuits voor het geven van tonen. De AVS kan ten behoeve van een kostenteller thuis telpulsen geven, de BVS is in staat belstroom te sturen om de B-abonnee op te roepen.

De verbindingsorganen AVS en BVS van de abonneeverbindingsnetwerken kunnen onderling en met de inkomende gelijkstroom-overdragers (IGO) en uitgaande gelijkstroom-overdragers (UGO) van en naar andere centrales worden verbonden door middel van het tussenverbindingsnetwerk (TVN). Het TVN wordt bovendien gebruikt om kiesinformatie-ontvangers en -zenders te kunnen aanschakelen. In de verbindingsorganen hebben de aanwezige detectiemiddelen voor gelijkstroom- en toonsignalen, evenals bij de lijnstroomlopen, testpunten waarop de actuele toestand afgelezen kan worden. De relais in de verbindingsorganen voor het geven van tonen en signalen en het doorschakelen van de spreekweg hebben een stuurpunt waardoor ze bestuurd kunnen worden.

De testpunten worden in functionele groepen aangesloten op informatie-aftasters (INA) in het aanpassingsdeel. De stuurpunten zijn aangesloten op signaalverdelers (SIV). Beide soorten organen zijn als het ware concentratie-organen ten behoeve van het processordeel. De delen van het spreekwegennet worden bestuurd door de merkers (AVN) en (TVN), die zelfstandig na opdracht van het processordeel een opbouw- of een verbreekopdracht kunnen uitvoeren. Afhankelijk van de systeemopzet, kunnen de merkers nog beschikken over middelen om ten behoeve van het zoeken van een vrije weg op verzoek van het processordeel de vrij- of bezettoestand van de schalmen in het verbindingsdeel te lezen.

Als communicatiemiddel tussen het *aanpassingsdeel*, waarvan de informatie-aftasters, signaalverdelers en merkers over de rekken van het verbindingsdeel verdeeld zijn, en het processordeel doet een zgn. *wisselstroom-databus* (WDB) dienst. Door het grote aantal rekken met apparaten in het verbindingsdeel kunnen de afstanden tussen deze rekken en de rekken van het processordeel oplopen tot enkele tientallen meters. De WDB is in staat de informatie storingvrij over deze afstanden te transporteren, omdat deze gebruik maakt van transformatorgekoppelde gebalanceerde transmissielijnen. Door middel van de aanpassingsinrichting bussysteem – processor (ABP) is de WDB gekoppeld met de gelijkstroom-databus (GDB) van de processor, die bedoeld is voor de communicatie met de randapparaten in de directe omgeving van de centrale processoreenheid (CPE). De WDB loopt langs alle rekken van het verbindingsdeel. Per drie rekken is er een aanpassingsinrichting bussysteem – randapparatuur (ABR), die de koppeling van de in de rekken aanwezige randapparaten met de WDB verzorgt. Voor grotere centrales kan de belasting van de CPE ten gevolge van het aftasten van grote aantallen aftastpunten worden verminderd door een (gestippeld getekende) autonome aftasterbesturing (AAB), die een directe toegang tot het geheugen van de CPE heeft op basis van het stelen van geheugencycli.

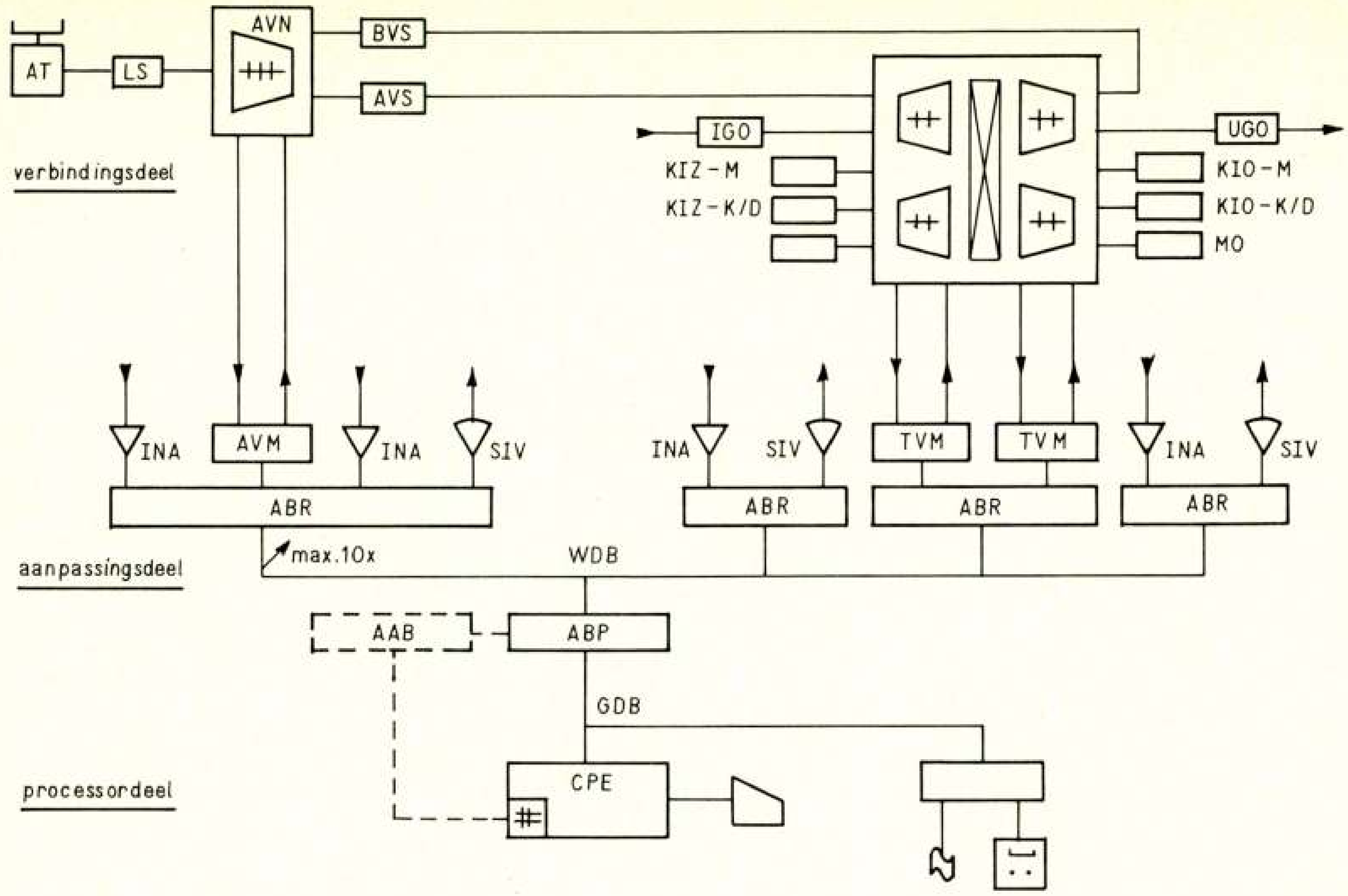


Fig. 2. Studiemodel van een halfelektronisch telefoonsysteem.

AAB	autonome aftasterbesturing (met 'direct memory access')
ABP	aanpassingsinrichting bussysteem – processor
ABR	aanpassingsinrichting bussysteem – randapparatuur
AT	abonneetoestel
AVM	abonneeverbindingsmerker
AVN	abonneeverbindingsnetwerk
AVS	verbindingsstroomloop A-zijde (zijde oproeper)
BVS	verbindingsstroomloop B-zijde (zijde opgeroepene)
CPE	centrale processoreenheid
GDB	gelijkstroom-databus
IGO	inkomende gelijkstroom-overdrager
INA	informatie-aftaster
KIO-D/K	kiesinformatie-ontvanger voor toondruktoetskeuze en kiesimpulsen
KIO-M	kiesinformatie-ontvanger voor MF8-signalering
KIZ-D/K	kiesinformatie-zender voor toondruktoetskeuze en kiesimpulsen
KIZ-M	kiesinformatie-zender voor MFC-signalering
LS	lijnstroomloop
MO	meldoverdrager
SIV	signaalverdeler
TVM	tussenverbindingsmerker
TVN	tussenverbindingsnetwerk
UGO	uitgaande gelijkstroom-overdrager
WDB	wisselstroom-databus

In het *processordeel* zijn voor de communicatie met de onderhouds- en exploitatiediensten een verreschrijver, een bandpons, een bandlezer en een lampen- en toetsenpaneel aanwezig.

3. Het telefoonsysteem van de programmatuur uit gezien

Van de programmatuur uit gezien presenteert het systeem zich als in fig. 3 is voorgesteld. De centrale processoreenheid heeft via het invoer/uitvoer-bussysteem toegang tot randapparaten die de telefonie-apparatuur in het verbindingsdeel vertegenwoordigen, alsmede tot randapparaten voor de in- en uitvoer van informatie ten behoeve van het onderhoud en de exploitatie van het systeem (verreschrijver, bandpons en bandlezer).

De testpunten van de signaaldetectoren en de commandopunten voor de besturing van de realis in de verbindingsorganen zijn voor de centrale processoreenheid externe geheugenblokken van woorden van 16 bits, waarin de toestand van de testpunten gelezen en de toestand van de relais geschreven

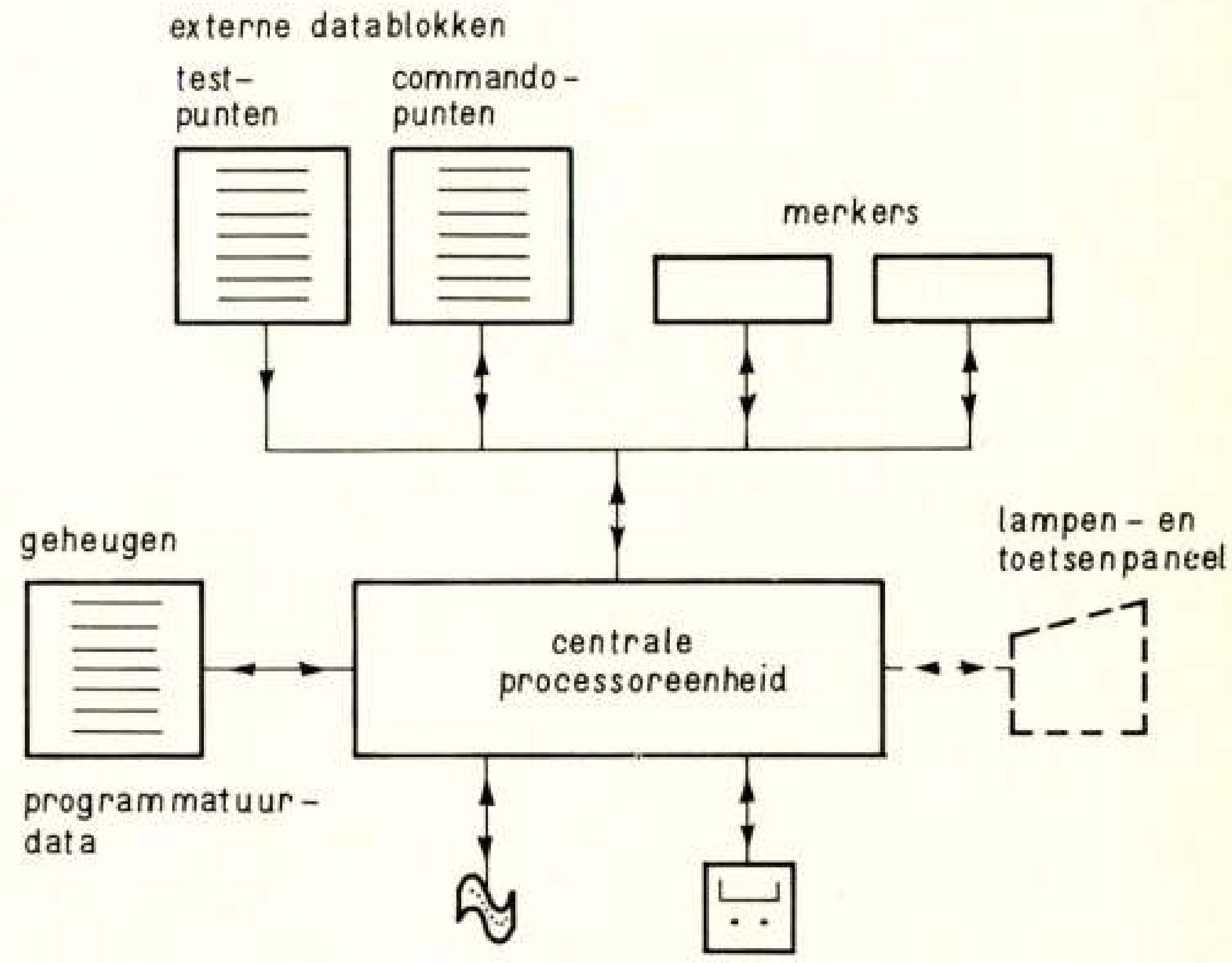


Fig. 3. Telefoonsysteem van de programmatuur uit bezien.

kan worden. De merkers zijn apparaten waaraan een verbindingsopbouw- of een verbreekopdracht gegeven kan worden en waarin na de uitvoering het resultaat van de opdracht gelezen kan worden. Voor het tijdsbewustzijn is een klok aanwezig, die klokpulsen geeft.

Het werkgeheugen moet, zoals in alle computers, worden opgevat als een lijst van woorden (in dit geval van 16 bits elk) die gelezen en geschreven kunnen worden. Het geheugen wordt gebruikt voor het opslaan van zowel de programmatuur als de data van het systeem. Het lampen- en toetsenpaneel van de computer speelt alleen een rol bij het voor de eerste maal starten van het systeem en bij het zoeken naar een fout in het systeem.

4. De telefonieprogrammatuur

4.1. *Prioriteiten*

De nu volgende beschouwing over de telefonieprogrammatuur is alleen bedoeld als een illustratie van de wijze waarop dergelijke systemen in grote lijnen zijn opgezet en functioneren, waarbij een sterk vereenvoudigd en niet volledig beeld wordt gegeven.

Het telefonieproces omvat zeer veel taken, die schijnbaar gelijktijdig moeten worden uitgevoerd en waaraan bij de uitvoering strenge tijdseisen zijn gesteld. Aangezien de besturingscomputer maar één handeling tegelijk kan uitvoeren, kan dit alleen worden bereikt als de taken worden verdeeld in deeltaken, die snel kunnen worden uitgevoerd en dus de computer maar kort in beslag nemen, met een prioriteitenschema, waarin de volgorde van de afhandeling der deeltaken wordt geregeld. Voor het uitvoeren van taken met hoge prioriteit moeten die met lagere prioriteit onderbroken kunnen worden. De huishoudfunctie die hiervoor vereist is, wordt verzorgd door het *hoofdbesturingsprogrammapakket;* andere namen die aan dit programmapakket gegeven worden, zijn 'monitorsysteem' of 'master control program'. Het is de primaire taak van de hoofdbesturingsprogrammatuur om verzoeken tot ingreep ('interrupt requests'), die afkomstig kunnen zijn van de klok, de randapparatuur of de foutdetectoren, in een prioriteitsstructuur te identificeren en af te handelen. Afhankelijk van de opzet van het programmasysteem omvat het takenpakket van de monitor het behandelen van de in- en uitvoer van informatie, en het verlenen van bepaalde hulpdiensten, zoals tijdbewakingsdiensten en het administreren en toewijzen van de vrije geheugenruimte.

Niet alleen in verband met de noodzaak de taken in deeltaken te splitsen, maar ook in verband met de flexibiliteit ten aanzien van gewijzigde eisen en de mogelijkheid de deelprogramma's afzonderlijk te maken en te testen, is een modulaire opbouw van het systeem noodzakelijk.

4.2. *Tijdkritische informatie*

De hoogste prioriteit in het telefonieproces is het verzamelen van de te verwerken tijdkritische informatie. Een deel van de informatie komt namelijk het systeem binnen in de vorm van impulsen. De detectie van deze impulsen moet binnen de kleinste impulsduur plaatsvinden, anders treedt informatieverlies op met de kans op verkeerde of niet geslaagde verbindingen. Het systeem wint deze informatie, die over een zeer groot aantal testpunten binnenkomt, in door middel van het periodiek aftasten van groepen testpunten. Elke 10 ms geeft de klok een klokingreepsignaal, waarop de monitor het rooster voor het aftasten van de testpunten raadpleegt en volgens dit rooster de aftastprogramma's start die aan de beurt zijn. De aftastprogramma's voor het ontvangen van kiesimpulsen en druktoetskeuzesignalen komen zonder uitstel elk klokinterval aan de beurt; het aftastprogramma voor het detecteren van oproepen heeft de laagste prioriteit en wordt zodanig in het rooster opgenomen, dat in principe elke abonneelijn elke 200 ms wordt onderzocht, met dien verstande dat in verkeerspieken, indien nodig, het aftasten van abonneelijnen wordt uitgesteld.

4.3. *Datastructuur*

Voor het detecteren van veranderingen in de toestand van de testpunten is het nodig dat de via de aftastprogramma's binnenkomende actuele informatie van elk punt vergeleken wordt met de toestand die de vorige keer gevonden werd, de historische toestand. Hiervoor zijn in het geheugen als onderdeel van de zgn. datastructuurinformatieblokken opgenomen, die een schaduw van de externe informatieblokken met testpunten vormen.

Identificatie van de informatiebron (bijv. verbindingsorgaannummer of abonneenummer) geschiedt uiteraard door het adres van het testpunt of de groep van testpunten binnen het datablok. Dit adres kan beschouwd worden als het plaatsnummer in het verbindingsdeel. De vaste en variabele gegevens van abonnees en verbindingsorganen zijn in het geheugen vastgelegd in een gecompliceerde datastructuur. De gecompliceerdheid van de datastructuur wordt veroorzaakt doordat de informatie qua ruimte zuinig moet worden opgeslagen en snel bereikbaar moet zijn. In de verbindingsboekhouding wordt voor elke verbinding bijgehouden welke verbindingsorganen in de verbinding zijn opgenomen en langs welke weg ze zijn verbonden. Ten behoeve van het zoeken van een vrije weg beschikt het systeem in het geheugen over een plattegrond van het spreekwegennet met indicatoren voor de vrij- of bezettoestand en de beschikbaarheid van de schalmen.

4.4. *Afhandelen van opdrachten*

De afhandeling van de bij het aftasten gevonden opdrachten heeft niet dezelfde prioriteit als de informatie-inwinning. Het systeem heeft daarom naast een prioriteitenschema voor het behandelen van ingreepsignalen een prioriteitsstructuur voor de programma's, bestaande uit een aantal niveaus. Binnen één niveau is er geen onderscheid en worden de programma's die in een zelfde klokinterval gedraaid moeten worden, in één werklijst gehangen. Als de monitor constateert dat tijdens een aftastprogramma de toestand van een testpunt is veranderd, hangt deze het daarvoor geschikte afhandelingsprogramma in het uit werklijsten bestaande werkrooster. Er is ook een prioriteitsstructuur mogelijk waarbij alle programma's een eigen werklijst hebben en in een vaste volgorde aan de beurt komen.

Als in het begin van het klokinterval de aftastprogramma's afgewerkt zijn en geen nieuwe ingreepsignalen zijn ontvangen, zal de monitor het werkrooster gaan afwerken door volgens dit rooster de programmamodulen één voor één aan te roepen. Aan het einde van elk programma wordt de besturing teruggegeven aan de monitor. Is het werkrooster afgewerkt, dan wacht het systeem in een wachtlusprogramma op een ingreepsignaal.

Een andere bron van acties in het telefonieproces is het aflopen van tijdbewakingen, bijv. te lang wachten met kiezen en het herkennen van impulsen op impulsduur. Ook hier initieert de monitor de erop te nemen acties.

Behalve het programmapakket dat zorgt voor de uitvoering van de zuivere telefoniefuncties, zijn er andere functionele programmapakketten, bijv. het systeembeveiligingspakket, het onderhouds- en exploitatiepakket en het systeem-testpakket.

4.5. *Systeembeveiliging*

De *systeembeveiliging* heeft binnen het systeem de hoogste prioriteit en wordt aangeroepen nadat door apparatuur of door programmatuur een fout is geconstateerd. De taak van de systeembeveiliging is er op toe te zien dat snel maatregelen worden getroffen om er voor te zorgen dat het telefonieproces zo veel mogelijk ongestoord wordt voortgezet. Om dit mogelijk te maken zijn in het processordeel de centrale processoreenheid en het geheugen gedupliceerd; in de andere delen is dezelfde maatregel getroffen voor alle apparatuur die gemeenschappelijk is voor meer dan 64 ... 128 abonnees of 10% van de groep van apparaten. De systeembeveiliging wordt sterk beïnvloed door de oplossing die is gekozen voor de samenwerking tussen de in tweevoud aanwezige centrale processoreenheden, nl. parallel werkend of de belasting verdelend.

4.6. *Onderhoud en exploitatie*

Het *onderhouds- en exploitatiepakket* maakt het mogelijk dat men lijnen en verbindingsorganen kan blokkeren en testen en gegevens in het geheugen kan opvragen en eventueel veranderen, bijv. het uitlezen van abonneetellerstanden en het wijzigen van abonneekenmerken. Voorts kunnen met dit pakket verkeersmetingen worden uitgevoerd en kan hiermee ten behoeve van het verhelpen van een fout door middel van fout-diagnostische en fout-lokalisatieprogramma's nagegaan worden wat de fout is en waar deze schuilt.

Het *systeem-testpakket* geeft faciliteiten bij automatisch testen van het systeem voor de eerste indienststelling of bij uitbreidingen.

De hier genoemde programmapakketten behoeven niet alle voortdurend in het geheugen van het systeem aanwezig te zijn; ze zijn nl. zo omvangrijk, dat dit economisch niet verantwoord zou zijn. De programma's uit deze pakketten worden daarom alleen in het geheugen geladen voor de tijd dat ze in het systeem nodig zijn.

4.7. *Hulpprogrammatuur*

Naast de in de vorige subparagrafen genoemde systeemapparatuur is er behoefte aan hulpprogrammatuur, die als bouwsteen moet dienen voor:

- het assembleren van programma's en het foutzoeken daarin;
- het simuleren van het verbindingsdeel en van het aangeboden verkeer dat hierin moet worden verwerkt (mogelijkheid om het ontworpen programmasysteem te testen);
- het structureren van de systeemdata;
- het samenstellen van de systeemprogrammatuur (lijst van aanwezige programma's, startadressen, enz.) voor elk der in het net voorkomende telefooncentrales.

Om een indruk van de omvang van deze programmatuur te geven, kan worden gesteld, dat voor het maken van een eerste operationele versie van een programmasysteem, afgezien van de voorontwikkeling, nog minstens 50 manjaar is vereist. Tijdens het gebruik en de uitbouw van het systeem zullen hier zeker nog enkele tientallen manjaren bij komen.

5. Noodzakelijke hulpmiddelen voor het beheer van telefooncentrales met computerbesturing

Het zal duidelijk zijn dat de zojuist geschetste gecompliceerde systemen aan het beheer, waaronder onderhoud en exploitatie, andere en veel hogere eisen stellen qua hulpmiddelen en organisatie dan de conventionele telefoonstelsels.

De problemen kunnen in twee groepen worden gesplitst, die in verschillende niveaus thuishoren.

Tot de eerste groep behoren het directe onderhoud en de exploitatie van de centrales zelf. Hiervoor zal een team medewerkers nodig zijn dat hoger is gekwalificeerd dan tot dusver gebruikelijk is, mede door het feit dat het werk meer van het voorstellingsvermogen zal vergen, als het ware abstracter is. Alleen al uit economische overwegingen zal het niet gerechtvaardigd zijn leden van dit team lokaal te stationeren. De faciliteiten ten aanzien van onderhoud en exploitatie die centrales met computerbesturing kunnen bieden, maken gelukkig echter beheer op afstand van een regionaal centrum uit mogelijk, waardoor het personeel in dit centrum geconcentreerd kan worden. Ook technisch is, in verband met het gebruik van de

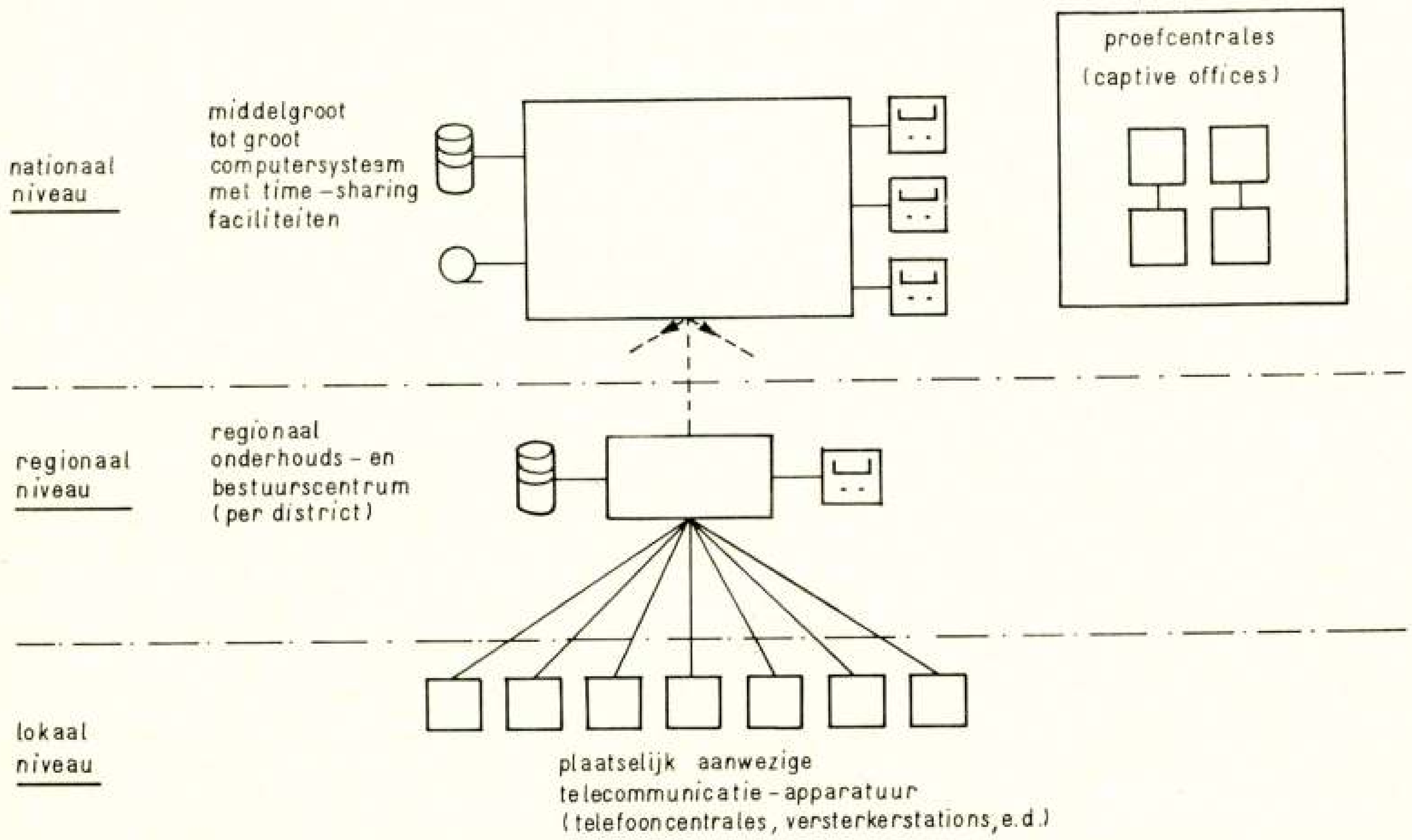


Fig. 4. Hulpmiddelen voor het beheer en onderhoud van het telecommunicatienet.

programmabibliotheek en het achtergrondgeheugen met permanente data, een regionaal onderhoudscentrum met voldoende faciliteiten voor gegevensverwerking en -opslag noodzakelijk.

Op het andere niveau spelen de problemen van het beheer van de programmatuur en het net in zijn geheel een rol. Dit omvat het maken van nieuwe of het wijzigen van bestaande programma's, voorts het testen van de programma's in een realistische systeemtest en het administreren en vrijgeven van de documentatie van de programmamodulen of versies daarvan. Ook zullen voor het projecteren van uitbreidingen en eerste installaties verkeersmetingen moeten worden verwerkt en geanalyseerd, alsmede systeemprogramma- en datapakketten moeten worden samengesteld en getest.

Fig. 4 geeft een overzicht van de middelen die voor een verantwoord beheer vereist zijn. Op districtsniveau is een door een computer bestuurd regionaal onderhouds- en bestuurscentrum geschetst, dat via een datanet rechtstreeks gekoppeld is met alle objecten met telecommunicatie-apparatuur in het district. Het centrum bewaakt alle aangesloten apparatuur en rapporteert elk gevonden alarm met vermelding van tijd en plaats. Bij dringende alarmen wordt het onderhoudspersoneel gewaarschuwd.

Een dergelijk centrum zou kunnen zijn uitgerust met een 'general purpose' computer, uitgebreid met een achtergrondgeheugen, bestaande uit bijv. één of meer schijfeenheden. Communicatie met de onderhouds- en exploitatiediensten zou selectief kunnen geschieden door middel van verreschrijvers of andere geschikte apparatuur in eindstations. In het achtergrondgeheugen wordt dan de programma- en databibliotheek van de centrales met computerbesturing opgeslagen. Delen van de bibliotheek zouden via een datalijn snel en rechtstreeks in het geheugen van elk van de centrales kunnen worden geladen. Het beheerssysteem vormt ook een geschikt en flexibel communicatievlak of 'interface' tussen de telefooncentrales en de geheel of gedeeltelijk geautomatiseerde administratie van de telefoondienst.

Op nationaal niveau zal een middelgroot tot groot computersysteem met time sharing-faciliteiten nodig zijn, waarop door een aantal programmeurs tegelijkertijd wordt gewerkt voor het maken van programma's en het foutzoeken daarin. Dit computersysteem, dat met de noodzakelijke randapparatuur is uitgerust, zoals bijv. magneetband- en schijfeenheden, wordt eveneens gebruikt voor het eerdergenoemde beheer van de programmatuurdocumentatie en de gegevensverwerking ten behoeve van de projectering.

Voor het testen van de telefoonprogramma's in een realistisch nagebootste situatie is voor elk type telefoonsysteem een proefcentrale of zgn. 'captive office' nodig met faciliteiten voor de simulatie van het verkeer en de configuratie van een bepaalde centrale.

681.323

IV. Besturingssystemen en informatieverwerkingssystemen

door ir. Z. S. Doetjes, Dr. Neher-Laboratorium der PTT, Leidschendam



Synopsis: *Stored program control systems and administrative data processing systems.*
A comparison is made between a stored program control system and an automatic administrative data processing system. Both systems have features in common, like their speed and complexity. However, due to difference in application, differences in design can be indicated.

Some attention is paid to the problem of how the software of each type should be organized, given the differing fields of application of these systems.

1. Inleiding

In het volgende wordt een besturingssysteem vergelijkenderwijs geplaatst naast een administratief informatieverwerkingssysteem, beide bedreven met behulp van een computer. In beide gevallen is er geen sprake van een regelsysteem, wel van een verkeerssysteem. Concreet kan men denken aan een door een processor bestuurde telefooncentrale enerzijds en een met een computer geautomatiseerd girosysteem anderzijds.

In deze beschouwing wordt onderscheid gemaakt tussen de begrippen responstijd en reactietijd:

- *responstijd* is de tijd die verstrijkt voordat een *gebruiker* van het systeem responsie krijgt op een door hem ondernomen actie;
- *reactietijd* is het tijdsinterval dat verloopt tussen een *gebeurtenis*, bijv. een signaal, en de reactie van het systeem op die gebeurtenis.

2. Beschrijving van twee seriële deelprocessen

De processen die zich in verkeerssystemen voordoen, kan men als regel stuk voor stuk beschrijven als *seriële processen*.
Een voorbeeld van een serieel proces in een telefooncentrale is

het tot stand komen en weer eindigen van een lokaal gesprek.

De oproeper (A-abonnee) neemt de hoorn van de haak en verwacht kiestoon binnen ca. 1 seconde. Dat is de gewenste minimale responstijd. De A-abonnee gaat nu kiesinformatie inzenden, bijv. in de vorm van tooncodes, door middel van druktoetsen. Deze codes kunnen elkaar in een snel tempo opvolgen. Het systeem moet daartoe de abonneelijn of een verbindingscircuit met een zodanig scheidend vermogen observeren, dat alle ingezonden kiesinformatie wordt waargenomen. Dit observeren stelt hoge eisen aan een snelle (*real time*)[1]) bewaking van de oproeper. De vereiste reactietijd ligt in de orde van grootte van 10 ms. Daarom kiest men voor het klokingreepinterval ongeveer 10 ms. Reageert het systeem bij uitzondering te langzaam, dan heeft dit het verbreken van de verbinding of het tot stand komen van een verkeerde verbinding als gevolg. Dat mag dus niet te vaak voorkomen.

De binnengekomen informatie wordt gebruikt voor het zoeken en daarna instellen van een vrije weg door het schakelnetwerk. Is de bestemming (B-abonnee) een andere abonnee in dezelfde centrale, dan wordt deze gewekt; de A-abonnee krijgt vrijtoon. Vervolgens wordt de A-abonnee bewaakt op verbreken, de B-abonnee op beantwoorden. Bij beantwoording gaat de gesprekkentelling in, de verbinding wordt verder bewaakt op verbreken en na het gesprek afgebroken.

Dit is slechts één voorbeeld van een proces in een telefooncentrale, en dan nog uiterst vereenvoudigd voorgesteld. Als de centrale in vol bedrijf is, zijn *zeer grote aantallen* van dergelijke en andere processen gelijktijdig in verschillende stadia aan de gang. De computer of processor houdt zich met al deze processen bezig en wel sequentieel. Door de grote snelheid waarmee de processor werkt, wordt de schijn van gelijktijdigheid gewekt. Men spreekt daarom van quasi-gelijktijdige verwerking.

Als voorbeeld van een eenvoudig serieel proces zoals zich dat in een geautomatiseerd girosysteem kan afspelen, wordt hier het verwerken van een overschrijving gekozen. Aangenomen wordt dat de nodige gegevens zijn vertolkt in een ponskaart: debetnummer, creditnummer en over te schrijven bedrag. De kaart wordt ingelezen via een kaartlezer. Het systeem onderzoekt de inhoud van de kaart op legaliteit, voor zover in kort bestek mogelijk. Evenzo handelde de telefooncentrale met de informatie die van de abonnee werd ontvangen. Is de opdracht in orde, dan geeft het systeem aan de kaartlezer een fiatteersignaal, zodat de kaart goed wordt afgelegd. Bij uitblijven of te laat komen van het fiat gaat de kaart naar het foutvak.

Het mag bij uitzondering wel eens voorkomen dat het fiatteersignaal te laat komt. Immers het inlezen van volgende kaarten kan er gewoon om doorgaan en de fout kan later hersteld worden, bijv. door de kaarten uit het foutvak een tweede maal door de kaartlezer te voeren. Nu is de toelaatbare reactietijd van het systeem voor een kaartlezer met volle buffer slechts enkele tientallen ms. Wanneer nog een beslissing moet worden genomen over het afleggen van de kaart, krimpt deze tijd in tot ca. 10 ms. De mate van *haast* die in dit geval kan optreden, is dus vergelijkbaar met die in de telefoniecomputer. Opgemerkt moet wel worden dat in het geval van een telefooncentrale de fout alleen door de abonnee kan worden hersteld, niet door het systeem.

Indien het saldo en de andere bestandsgegevens dit toelaten, is het *in principe* mogelijk meteen te debiteren en te crediteren ('immediate processing'; directe verwerking). Is één van beide handelingen onmogelijk, dan kan dit door het systeem worden gemeld. Men moet dan later de ponskaart terugzoeken. Deze directe verwerkingsmethode wordt thans slechts op beperkte schaal toegepast, nl. bij de wijzigingen die het gevolg zijn van de naam-nummercontrole.

Is de overboeking geschied, dan moeten zowel de opdrachtgever als de begunstigde hiervan bericht krijgen in de vorm van een afrekening, vervaardigd met een regeldrukker. Omdat bij het kennisgeven aan de rekeninghouders geen hoge eisen aan de responstijd worden gesteld, slaat men de informatie tijdelijk op. Daarmee voorkomt men tevens het toezenden van een afrekening voor elke individuele mutatie.

Op soortgelijke wijze als hiervóór kan van het verloop van het andere verkeer (d.w.z. de andere processen) een chronologische beschrijving worden gegeven. Er kunnen zich nog verscheidene andersoortige processen in het systeem voordoen. Zeer grote aantallen seriële processen, in aantal vergelijkbaar met die in een telefoonsysteem, zijn in het girosysteem aan de gang, gelijktijdig en in verschillende stadia. De centrale processor houdt zich met al deze processen quasi-gelijktijdig bezig.

Met nadruk wil ik er op wijzen, dat ik de naam-nummercontrole en de controle van de handtekeningen met opzet niet in deze beschrijving heb opgenomen. Beide controles worden thans bij de Postcheque- en Girodienst visueel uitgevoerd en beïnvloeden het geautomatiseerde proces in zo sterke mate, dat alleen al daarom de genoemde directe verwerking onmogelijk is.

3. Systeemopzet

Het maken van de programmatuur om deelprocessen als hiervoor beschreven uit te voeren is zeker niet het moeilijkste deel van de systeemrealisatie, ongeacht of het nu gaat om een functie uit de telefonie of om een functie uit de administratieve of bestuurlijke informatieverwerking. In vergelijking met simpele sequentiële processen doet zich overigens wel een complicatie voor, nl. het feit dat parallel lopende processen elkaar kunnen beïnvloeden, hetzij gewild, hetzij ongewild.

Ernstige moeilijkheden treden echter op bij het *toewijzen van de beschikbare machine- of rekentijd aan de processen*. Deze moeilijkheden nemen toe naarmate het om grotere aantallen processen gaat en naarmate de aard van die processen onderling sterker verschilt, dus wanneer men te maken krijgt met veel verkeer van gevarieerde aard.

Besturing van het telefoonproces door een processor kan niet anders dan direct ('tijdig') zijn. Het telefonieschakelproces is immers van nature een 'real time' proces, d.w.z. aan de responstijden worden en werden altijd scherpe eisen gesteld. Voor administratieve processen geldt dit niet. De geëiste responstijden zijn enige orden groter dan in de telefonie. Het gevolg daarvan is dat batch-verwerking mogelijk is, met alle aantrekkelijke consequenties van dien.

De batch-methodiek heeft het grote voordeel van de overzichtelijkheid, die het werk in aanzienlijke mate verlicht. Zowel de benodigde hoeveelheid als het vereiste niveau van het met het onderhoud en de ontwikkeling van de programmatuur belaste personeel wordt hierdoor in gunstige zin beïnvloed. In de tweede plaats kan men bij een batch-proces de invoer sorteren, waardoor het aantal accessen tot de bestanden kan worden gereduceerd. Men moet in het giroproces nl. rekenen met geheugens van enige miljarden bits, zodat een belangrijk deel

[1]) De uitdrukkingen 'real time processing' en 'immediate processing' worden nogal eens door elkaar gebruikt. De Nederlandse vertaling van deze uitdrukkingen geeft het onderscheid aardig weer: *tijdige* versus *directe* verwerking.

van de bestanden niet in kernen is opgeslagen maar, bijvoorbeeld, op schijven. Enige schijfaccessen duren samen al gauw enige honderden ms. De totale duur van het proces, met enige honderdduizenden opdrachten per dag, wordt daarom in sterke mate beïnvloed door het aantal schijfaccessen per opdracht. De batch-methodiek geeft, door sortering vooraf, tijdwinst ten opzichte van directe verwerking, omdat de informatie in grotere blokken uit het hulpgeheugen kan worden gehaald en daarheen teruggeschreven. Bovendien is bij voorbaat bekend, welk blok vervolgens naar de kernen moet worden getransporteerd, waardoor wachttijd kan worden vermeden. Bij het denken over telefonisch gireren en dergelijke real time toepassingen zal men hiermee zeker rekening moeten houden.

4. Punten van overeenkomst

Tussen een besturingssysteem en een bestuurlijk informatiesysteem bestaan blijkbaar duidelijke punten van overeenkomst:

- In beide gevallen is de centrale verwerkingseenheid zeer snel; schakeltijden worden gemeten in nano- of microseconden.
- In beide gevallen is de randapparatuur (in- en uitvoerorganen resp. het te besturen schakelstelsel) in verhouding tot de processor als regel zeer traag.
- De te besturen periferie is in beide gevallen veelsoortig. Het aantal uit te voeren verschillende functies is dan ook groot.
- Er speelt zich in beide systemen een groot aantal processen onder besturing van de computer af. Elk van deze processen is op zichzelf beschouwd vrij eenvoudig. De onderlinge samenhang en de noodzaak voor de computer om, bij wijze van spreken 'overal tegelijk te zijn', maken het systeem gecompliceerd. Er ontstaan verkeersproblemen, en daarmee organisatieproblemen in de programmatuur.
- Er treden 'essentiële haastsituaties' op, te vergelijken met het halen van een trein. Dit dwingt tot het vaststellen van prioriteiten. 'Te laat komen' heeft in beide beschreven gevallen aanvaardbare consequenties, mits het niet te vaak gebeurt.
- De informatieverwerking, die, zowel bij het giroproces als bij het telefonieproces, eenvoudig van aard is, vindt plaats aan de hand van uit de periferie gewonnen informatie en leidt weer tot het afgeven van informatie aan de periferie.
- Het valt op dat de reactietijden die men moet eisen, om het aantal overigens herstelbare fouten binnen de perken te houden, in beide gevallen van dezelfde orde van grootte zijn. Dit wordt begrijpelijk wanneer men bedenkt, dat hier een samenhang bestaat met de snelheid van de mechanische apparatuur en van het menselijk handelen.

5. Verschilpunten

Behalve punten van overeenkomst zijn er aanwijsbare verschillen:

- In het voorgaande werd het verschil in responstijd genoemd. De tijd die verloopt tussen het moment waarop een rekeninghouder zijn opdracht inzendt, en het moment waarop hij in het bezit komt van een bevestiging dat de opdracht is uitgevoerd, is enige orden groter dan de tijd gedurende welke men een telefoonabonnee kan laten wachten. Wanneer men 'on-line' gireren invoert, verdwijnt dit verschil op den duur.
- Er is verschil in het beoogde *doel:*
  - een besturingssysteem bestuurt apparatuur en moet daartoe informatie verwerken;
  - een informatieverwerkingssysteem verwerkt informatie en moet voor dit doel randapparatuur besturen.

Echter: zal een dergelijk verschil in doel een verschil in systeemopzet impliceren? Wel kan men zich voorstellen dat het doel invloed heeft op de mentaliteit van de applicatieprogrammeur-systeemontwerper. De een denkt in te besturen apparaten, de ander in te verwerken informatiestromen. Dit zou consequenties voor de opzet van de programmatuur kunnen hebben.

- Ik heb de indruk dat in telefoniebesturingssystemen het accent sterker valt op het nemen van beslissingen dan in administratieve systemen. Bij de laatste is daarentegen in veel grotere mate sprake van informatieverplaatsing.
- De hoeveelheid perifere apparatuur is bij een schakelstelsel (telefooncentrale) veel groter dan bij een informatieverwerkingssysteem.
- Op het terrein van de *veiligheidseisen* zijn de beschouwde systemen sterk verschillend. Een besturingssysteem van een schakelstelsel mag niet uitvallen. Dat betekent, behalve duplicering van de apparatuur, in het algemeen een zeer uitgebreide foutlokalisatieprogrammatuur. Bij een administratief systeem behoeft men dergelijke eisen alleen te stellen indien het systeem continu raadpleegbaar moet zijn. Dit zal pas over enige jaren de normale situatie zijn. De beveiliging van administraties ligt meer in het comptabele vlak. Het verwerken van bedrijfsgegevens moet tot foutloze resultaten leiden. Voor technische administraties geldt hetzelfde. Daartoe moeten in de programmatuur controles worden opgenomen, terwijl er tevens voor moet worden gezorgd dat alle informatie gereconstrueerd kan worden, telkens wanneer er ook maar iets met de apparatuur of met de bediening daarvan is misgegaan.

Nu zal het, zeker bij een gecompliceerd bestuurlijk informatiesysteem (Management Information System), allerminst eenvoudig zijn alle foutmogelijkheden te voorzien of tijdig te verbeteren. Dit geldt weliswaar ook bij een telefooncentrale, maar daarbij ontbreekt de harde noodzaak, om *behalve de fout, ook alle gevolgen daarvan volledig te herstellen.*

- Directe verwerking is bij een telefoonsysteem 'conditio sine qua non', bij een administratief systeem een aantrekkelijk perspectief.

6. Conclusie

Voor het beantwoorden van de vraag, hoe men de programmatuur van verkeersprocessen moet organiseren, is de aard van het proces in kwestie nauwelijks relevant. Vanzelfsprekend kan alleen de giro-expert het probleem tot in detail uitwerken voor een giroproces en de telefonie-expert voor een telefonieproces. De grootste moeilijkheden liggen echter, zoals reeds werd opgemerkt, niet in het realiseren van de deelfuncties, doch in het toewijzen van rekentijd aan deze functies, het regelen van de juiste opeenvolging van de handelingen. Concreter gesteld: hoe initieert een programma een ander programma, of zichzelf, op het juiste tijdstip? Hoe wisselen de programma's onderling informatie uit? Er zijn in theorie twee extreme mogelijkheden:

- Men kan de werkzaamheden en informatie-uitwisseling ('autoritair') doen regelen door een supervisieprogramma ('job-monitor', 'multiprogramming monitor');
- Men kan de programma's rechtstreeks onderling laten samenwerken volgens vaste regels.

Mengvormen van deze twee zijn denkbaar.

Bij moderne computersystemen wordt standaard programmatuur geleverd, om de problemen van tijd- en ruimtetoewijzing

aan de programma's op te lossen. Deze zgn. 'operating systems' of 'multiprogramming monitors' zijn uit de aard der zaak confectiesystemen. Ze zijn een noodzaak bij het beperken van de behoefte aan geschoolde experts.

De besturing van telefoonsystemen vertoont thans nog sterke 'special purpose' tendensen, vooral met betrekking tot de supervisie-programmatuur. De vraag hoe deze ontwikkeling verder zal gaan, durf ik op dit moment niet te beantwoorden.

Korte technische berichten

Elektronische appels ingeschakeld bij oogstonderzoek

Bij het Engelse Nationale Instituut voor Landbouwkunde te Bedfordshire is een onderzoek gaande naar het verbeteren van pluk- en verpakkingsmethoden van fruit. Bij het onderzoek voor de appeloogst blijkt, dat per 'monster' dan ongeveer 3000 appels nodig zijn.

In het kader van een nieuwe methode van onderzoek wordt bij echt fruit een 'elektronische appel' gevoegd, die tijdens het gehele proces van plukken, sorteren en transporteren aan de onderzoekers automatisch de informatie verschaft, die zij nodig hebben (fig. 1).

De proeven houden in, dat men de appel door gemechaniseerde plukapparatuur laat gaan, daarna met de hand laat vallen, waarna de appel langs goten zijn weg naar de verzamelkratten vindt. De schokken en stoten, die tijdens het doorlopen van de transportketen optreden, worden gemeten en via een drietal telemetriekanalen elektronisch naar ontvangapparatuur overgebracht, waar de meetgegevens op magneetband kunnen worden vastgelegd.

De elektronische appels zijn voorzien van een 4,2 V Mallory kwikbatterij van het type TR113. Zij zijn ongeveer van hetzelfde formaat en gewicht als echt fruit. Een stevige huid van kunststof dient ter bescherming van een ingebouwd 3-assig versnellingsmetersysteem, dat door Cinortcele Ltd., te Frimley (Engeland) werd ontwikkeld. De toegepaste Mallory batterij bezit een grote spanningsstabiliteit en heeft een gunstige verhouding tussen vermogen en gewicht.



Fig. 1. De elektronische appel met het 3-assige versnellingsmetersysteem naast echt fruit.

Beauchez N.V., 's-Gravenhage.

Wijziging UTC-tijdschaal

Op 1 januari 1972 zal de UTC, de gecoördineerde universele tijdschaal (ook wel Greenwich Mean Time genoemd), een kleine wijziging ondergaan.

Momenteel is de lengte van een seconde nog een vaste fractie van een etmaal, dus van de duur van een omwenteling van de aarde om de eigen as. De seconde wordt door deling verkregen uit de frequentie van een generator, die ten opzichte van een atoomstandaard iets is verstemd.

De huidige 'offset' met betrekking tot de atoomtijd zal worden afgeschaft. Met ingang van 1 januari 1972 zal de UTC-tijd met gelijke seconden aangroeien als de internationale atoomtijd (IAT). De reden, dat men heeft besloten om op atoomtijd over te gaan, ligt in het feit dat atoomklokken een zeer grote constantheid bezitten, waardoor de hiervan afgeleide tijdschaal een grotere uniformiteit bereikt dan de tijdschaal, die uit aardomwentelingen wordt afgeleid. Opdat UTC dan toch kan blijven functioneren als een tijdschaal, die op aardomwentelingen is gebaseerd, zal eenmaal per jaar of eenmaal in 18 maanden, op een vast overeengekomen moment, UTC worden gecoördineerd met de stand van de aarde om haar as, hetzij door een seconde in te lassen, hetzij door een seconde te laten vallen.

In het tot op heden gebruikte systeem worden correcties uitgevoerd ter grootte van 0,1 s of een veelvoud daarvan. Het nieuwe systeem van bijstellen d.m.v. een schrikkelseconde werkt doorzichtiger en biedt voor het gebruik van de tijd bij metingen van wetenschappelijke aard meer mogelijkheden. Op aanwijzing van het Internationaal Bureau voor de Tijd (Bureau International de l'Heure) te Parijs zal overal op aarde de secondecorrectie op hetzelfde moment kunnen worden uitgevoerd.

Op 1 januari 1972 zal UTC door een correctie van een geheel aantal tienden van seconden naar de nieuwe tijdschaal worden bijgesteld, waardoor vanaf dat moment UTC-tijd een *geheel* aantal seconden achterblijft op de IAT. Voor het merendeel der gebruikers zal de overgang naar de nieuwe tijd geen enkele wijziging in het werkschema teweegbrengen. De correctie is maar een onderdeel van een minuut. Voor deze gebruikers betekent de overgang alleen, dat voortaan iedere seconde kan worden geijkt aan de standaard-atoomseconde.

NBS Technical News Bulletin.

PTT voert tienjarenplan uit in het telefoonkabelnet

Binnen 10 jaren denkt PTT alle conventionele lokale telefoonnetten in Nederland zodanig te reconstrueren, dat de toekomstige uitbreiding der telefoonvoorzieningen niet door onvoldoende kabelcapaciteit zal worden afgeremd. Het aantal woningen, waarvoor de oude netten nog op peil gebracht moeten worden, bedraagt ruim 1,3 miljoen.

Iets meer dan de helft der lokale netten in ons land zal bij deze operatie zijn betrokken. Het betreft hier in het algemeen de aanleg van vóór 1958. De kosten voor de uitvoering van deze reconstructie belopen naar schatting 160 miljoen gulden.

Na 1958 is men het systeem van vooraansluitingen door middel van zgn. standaardaansluitpunten gaan invoeren. Van deze standaardaansluitpunten zijn er inmiddels ongeveer een miljoen tot stand gebracht. Het systeem houdt in, dat door de PTT nog tijdens de bouw van nieuwe woningen de nodige verbindingen worden aangebracht, ongeacht of de toekomstige bewoner telefoon zal nemen of niet. Volgens deze methode, die in de praktijk goed voldoet, zijn in de afgelopen jaren reeds bijna 1,2 miljoen woningen behandeld.

Tussen 1958 en 1968 werden de vooraansluitingen uitgevoerd met een capaciteit van 110 dubbeldraden per 100 woningen. Daar één dubbeldraad nodig is voor één telefoonaansluiting, kon aldus één op de tien woningen worden voorzien van een tweede telefoonaansluiting of van een andere telecommunicatiemogelijkheid.

Na 1968 is de PTT elke vooraansluiting met twee verbindingsmogelijkheden per woning gaan uitvoeren, dit mede in verband met een toenemende vraag naar tweede telefoonverbindingen, en met het oog op een toekomstige ontwikkeling in de richting van andersoortige telecommunicatietoepassingen.

De voorzieningsgraad in de te reconstrueren netten zal minimaal 140 dubbeldraden per 100 woningen bedragen. Wijken, die op de lijst staan om gesaneerd te worden, zullen niet in de reconstructie worden betrokken.

PTT-persbericht.

Varia

Internationaal symposium informatietheorie 1972, Pacific Grove

In vervolg op het symposium over informatietheorie dat in 1970 te Noordwijk werd gehouden, wordt onder auspiciën van IEEE en URSI over hetzelfde onderwerp in 1972 een nieuw symposium georganiseerd. Het zal plaats hebben van 31 januari tot 4 februari in Pacific Grove, California (bij Monterey).

Men wacht niet alleen bijdragen in op het gebied van codetheorie en codeersystemen, statistische detectie, schattingstheorie, communicatiesystemen (analyse en ontwerp), statistische dataprocessing en patroonherkenning, maar ook omtrent nieuwe toepassingen op het gebied van biomedische systeemstudies en studies van milieubeheer, evenals op het gebied van computercommunicatie en dataprocessing in het algemeen.

Samenvattingen (1 à 2 pagina's) van korte bijdragen kunnen *vóór 1 oktober* worden ingezonden aan *prof. Thomas Kailath, Stanford University, Department of Electrical Engineering, Stanford, California 94305*. Voor zeer actuele bijdragen is de sluitingstermijn op 15 december 1971 gesteld. Bijdragen moeten in *drievoud* worden ingezonden.

Prof. dr. F. L. Stumpers, Philips Natuurkundig Laboratorium, Waalre.

Uit het NERG

Administratie van het NERG: Postbus 39, Leidschendam. Giro 94746 t.n.v. penningmeester NERG, Leidschendam. Secretariaat van de Examencommissie-NERG: Van Geusaustraat 151, Voorburg.

Eervolle vermelding voor P. J. van Gerwen en ir. P. van der Wurf

Het IEEE te New York kende haar tweede eervolle vermelding over 1971 voor gepubliceerd werk toe aan P. J. van Gerwen en ir. P. van der Wurf, 'in recognition of their contribution to the technical literature as co-authors of a paper entitled 'Data Modems with Integrated Digital Filters and Modulators' published in the IEEE Transactions on Communication Technology, Volume 18, Number 3, June 1970.'

De redactiecommissie van Elektronica en Telecommunicatie sluit zich hierbij gaarne met haar gelukwensen aan.

Ledenmutaties

Nieuwe leden

Ir. G. K. F. van der Woud, Reigerlaan 20, Boskoop. Erratum (t.a.v. blz. ET 98): Ir. C. van Holten, Bergsingel 60B, Rotterdam.

Nieuwe adressen van leden

F. Doornbos, Mariaplaats 7, Zoetermeer.
Ir. J. H. Dijk, Schuurmanstraat 31, Zwolle.
Ir. F. P. van Enk, 3189 Melbourne (Vic.) Australië, 20 Kelsall Court, Moorabbin.
W. H. van Gelder, Narcissenlaan 44, Bennebroek.
Ir. L. P. de Jong, Ruichthoek 9, Reeuwijk-Brug.
Ir. H. M. J. Mevissen, Beethovenlaan 3, Leidschendam.
J. F. H. Pacanda, Zuiderkruis 116, Veenendaal.
R. de Roo van Alderwerelt, Adama van Scheltemastraat 8, Voorburg.
Ir. J. N. Vos, Parklaan 31, Eindhoven.
Ir. L. E. Zegers, Berkakkers 2, Eersel.

Overleden

Jhr. ir. W. Six, Steynlaan 6, Hilversum.